

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SŁANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

【特許請求の範囲】

1. 入力光を受光して、バーチャル・イメージ・フェーズ・アレイ (VIPA) から伝播する、対応する出力光を生成する前記VIPAと、

前記VIPAへ前記出力光を戻す光返送装置とを備えることを特徴とする装置。

2. 前記光返送装置は、

ミラーと、

前記ミラーが前記出力光を反射するように、前記ミラー上に前記出力光を集束するレンズを備え、

前記反射された光は、前記レンズにより前記VIPAへ戻るように方向づけられることを特徴とする請求項1に記載の装置。

3. 前記VIPAは、前記入力光の前記波長で、各々異なる干渉次数を持つ複数の出力光を生成し、

前記光返送装置は、前記VIPAへ各干渉次数を持つ出力光を戻し、前記VIPAへ他の干渉次数を持つ出力光は戻さないことを特徴とする請求項1に記載の装置。

4. 光を受光し、光を出力するための通過領域を持つ角分散コンポーネントと

多重反射を前記角分散コンポーネント内で生じ、その後、前記角分散コンポーネントから前記通過領域を介して出力されるように、前記角分散コンポーネントへ前記出力光を戻す光返送装置を備え、

前記角分散コンポーネントは、前記通過領域を介して、連続する

波長領域内で各々波長を持つ前記入力光を受光し、前記連続する波長領域内の他の波長を持つ入力光について形成された出力光と空間的に判別可能な、前記角分散コンポーネントから伝播する前記出力光を形成する自己干渉を、前記入力光の多重反射により生じさせることを特徴とする装置。

5. 前記戻された出力光は、前記出力光が前記角分散コンポーネントから前記光返送装置へ伝播した方向と正確に反対の方向に、前記光返送装置から前記角分

(19)日本国特許庁 (JP)	(12)公表特許公報 (A)	(11)特許公開番号 特表2000-511655 (P2000-511655A)
(43)公表日	平成12年9月5日(2000.9.5)	

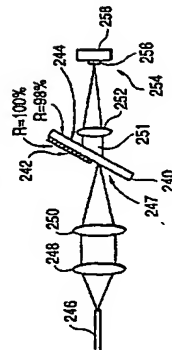
(51)IntCl. <sup>7</sup> G02B 5/18	識別記号 F I G 0 2 B 6/26 5/18	7-コード (参考) 5-10-1 (参考)
---	--	---------------------------

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全70頁)

(21)出願番号 (86) (22)出願日 (86) 補正文提出日 (86) 国際公開番号 (87) 国際公開番号 (87) 優先権主張番号 (87) 優先日 (87) 優先権主張国 (81) 指定国 DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, L U, MC, NL, PT, SE, CN, JP	特願平10-534450 平成10年1月8日(1998.1.8) 平成10年10月7日(1998.10.7) PCT/US98/00432 WO98/35269 平成10年8月13日(1998.8.13) 08/796,842 平成9年2月7日(1997.2.7) 米国 (US) EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, L U, MC, NL, PT, SE), CN, JP	(71)出願人 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区小田中4丁目1番 1号 (72)発明者 白▲▲▲ 正孝 神奈川県川崎市中原区小田中4丁目1番 1号 富士通株式会社内 (74)代理人 弁護士 大宮 健之 (外1名)
--	---	---

(54) 発明の名称 色分散を生成するためのバーチャル・イメージ・フェーズ・アレイを用いる光装置

FIG. 13



(57) 要約 光ファイバーを伝播する事により生じた光の色分散を補正するために、「波分散」を上記光に加える装置。上記装置は、バーチャル・イメージ・フェーズ・アレイ (VIPA) 及び光返送装置を備える。上記光返送装置は、一般的にはミラーである。上記VIPAは上記光に角分散を与え、上記光返送装置は、上記VIPA内で多重反射を受けるように、上記光を上記VIPAに戻す。

散コンポーネントへ、伝播することを特徴とする請求項4に記載の装置。

6. 前記光返送装置は、

ミラーと、

前記角分散コンポーネントによって形成された前記出力光を、前記ミラー上に集束するレンズを備え、

前記ミラーは、前記集束された出力光を前記レンズへ反射して戻し、前記レンズは、前記角分散コンポーネントで多重反射を受けるように、前記角分散コンポーネントへ戻る前記反射された出力光をコリメートすることを特徴とする請求項4に記載の装置。

7. 前記角分散コンポーネントは、前記連続する波長領域内の他の波長で、かつ各々異なる干渉次数を持つ複数の出力光を形成する自己干渉を、前記入力光の多重反射により生じさせ、

前記光返送装置は出力光のうち1つを前記角分散コンポーネントに返送し、他の出力光は、前記角分散コンポーネントに返送しないことを特徴とする請求項4に記載の装置。

8. 前記光返送装置は、

ミラーと、

前記ミラーが前記出力光の前記1つを前記レンズに反射して戻すように、前記出力光の前記1つを前記ミラー上に集束し、他の出力光を前記ミラー上に集束しないレンズとを備え、前記レンズは、前記角分散コンポーネントで多重反射を受けるように、前記角分散コンポーネントへ戻る前記反射された前記出力光の前記1つをコリメートすることを特徴とする請求項7に記載の装置。

9. 前記ミラーのダイヤモンドにより、前記ミラーが前記出力光の前記1つを反射させ、他の出力光を反射させないようにさせることを特徴とする請求項8に記載の装置。

10. 前記入力光は、複数のチャネルを含み、各チャネルは中心波長及び中心波長付近に波長領域を持つ、波長分割多重光 (WDM) であり、

各チャネルの各波長について、前記角分散コンポーネントは、同じチャネル

内の他の波長について形成された出力光と空間的に判別可能な出力光を形成する自己干渉を、多重反射により生じさせ、

前記戻された出力光が前記角分散コンポーネントで多重反射を受けるように、前記光返送装置は前記出力光を前記角分散コンポーネントに戻すことを特徴とする請求項4に記載の装置。

11. 前記光返送装置は、

ミラーと、

各チャネルの前記中心波長について形成された前記出力光が、前記ミラー上の同じ点に集束されるように、前記角分散コンポーネントにより形成された前記出力光を集束するレンズとを備え、

前記ミラーは、前記出力光を前記レンズに戻るように反射し、前記レンズは、前記反射された出力光が、前記角分散コンポーネントで多重反射を受けるように、前記角分散コンポーネントへ戻る前記反射された出力光をコリメートすることを特徴とする請求項10に記載の装置。

12. 各チャネルの前記中心波長について形成された前記出力光は、前記角分散コンポーネントから同じ分散角度で伝播することを特徴とする請求項10に記載の装置。

13. 前記角分散コンポーネントは、前記入力光の前記波長で、かつ各々異なる干渉次数を持つ複数の出力光を形成する自己干渉を、前記入力光の多重反射により生じさせ、

前記角分散コンポーネント及び前記光返送装置からなるグループの少なくとも1つは、前記光返送装置によって前記角分散コンポーネントへ戻される前記出力光を変化させるために移動可能であり、それにより、異なる干渉次数を持つ出力光を前記角分散コンポーネントへ戻すことを特徴とする請求項4に記載の装置。

14. 前記光返送装置は、前記角分散コンポーネントに対して移動可能であり、これにより前記入力光に与えられる色分散の量を変化させることを特徴とする請求項4に記載の装置。

15. 前記レンズは、2次元の通常レンズ及び1次元レンズからなるグループ

の1つであることを特徴とする請求項6に記載の装置。

16. 前記レンズは、凹柱レンズであることを特徴とする請求項6に記載の装置

。 17. 前記ミラーは、前記ミラーの側面からみた場合、凸面鏡および凹面鏡からなるグループの1つであることを特徴とする請求項6に記載の装置

。 18. 前記ミラーは、平面鏡、凸面鏡及び凹面鏡からなるグループの1つであることを特徴とする請求項6に記載の装置。

19. 第一及び第二の光ファイバと、

前記角分散コンポーネントが、前記入力光の多重反射により前記自己干渉を起すように、前記第一の光ファイバから前記角分散コンポーネントへ、前入力光を供給し、

前記角分散コンポーネントで多重反射を受けた後、前記角分散コンポーネントから前記第二の光ファイバへ、前記展された出力光を供給するサーキュレータをさらに備える事を特徴とする請求項4に記載の装置。

20. 前記光送装置は、再帰反射器であることを特徴とする請求項4に記載の装置。

21. 前記角分散コンポーネントは、前記入力光の前記波長で、かつ各々異なる干渉次数を持つ複数の出力光を形成する自己干渉を、前記入力光の多重反射により生じさせ、

前記光送装置は、1つの干渉次数のみを反射する再帰反射器であることを特徴とする請求項4に記載の装置。

22. 前記再帰反射器は、前記入力光に与えられる色分散の量を変化させるために、前記角分散コンポーネントに対して移動可能であることを特徴とする請求項20に記載の装置。

23. 前記角分散コンポーネントは、

互いに距離だけ隔てて位置し、第二の反射面は、その上で反射

した光の一部を透過させる事ができるような反射率を持つ、第一及び前記第二の反射面と、

前記第一及び第二の反射面の間、前記距離  $t$  にわたり、かつ、屈折率を持つ透過性部材を備え、

前記WDM光が前記第二の反射面を反射する毎に、前記WDM光の一部が前記第二の反射面を透過するように、前記WDM光は、前記第一及び第二の反射面の間で多重反射を受け、前記WDM光の前記一部は互いに干渉し、それにより、前記入力光の多重反射及び自己干渉を介して前記出力光を生成し、

$2t \cos \theta$  と前記透過性部材の前記屈折率の積は、同じ  $\theta$  及び異なる整数について、各チャネルの前記中心波長の整数倍であり、ここで、 $\theta$  は各チャネルの前記中心波長について形成された前記出力光の伝播方向を示す事を特徴とする請求項10に記載の装置。

24. 前記角分散コンポーネントが前記入力光の多重反射により、前記自己干渉を生じるように、前記透過領域を介して前記角分散コンポーネント内に前記入力光を線集束するレンズを、さらに備える事を特徴とする請求項23に記載の装置。

25. 前記角分散コンポーネントの前記透過領域は、前記第一の反射面と同じ平面内に位置する照射窓であることを特徴とする請求項23に記載の装置。

26. 前記出力光は、前記角分散コンポーネントから、前記角分散コンポーネントの温度が変化するように従って変化する角度で出力され、

前記装置はさらに、

前記出力角度を安定にするために、前記角分散コンポーネントの温度を制御する制御装置を備える事を特徴とする請求項4に記載の装置。

27. 前記角分散コンポーネントは、透過性部材と、

前記透過性部材の対する画面上の第一及び第二の反射面とを備え、

前記第二の反射面は、その上で反射した光の一部を透過させる事ができるような反射率を持ち、前記入力光は、前記透過領域を介して前記角分散コンポーネン

トにより受光され、前記入力光が前記第二の反射面を反射する毎に、前記入力光の一部が前記第二の反射面を透過するように、前記入力光は、前記第一及び第二の反射面の間で多重反射を受け、前記入力光の前記一部は互いに干渉し、それにより、前記入力光の多重反射及び自己干渉を介して前記出力光を生成することを特徴とする請求項4に記載の装置。

28. 前記角分散コンポーネントの前記第一の反射面の前記反射率は、約100%である事を特徴とする請求項27に記載の装置。

29. 前記角分散コンポーネントの前記第二の反射面の前記反射率は、80%より大きく100%より小さい事を特徴とする請求項27に記載の装置。

30. 前記透過性部材は、前記第一及び第二の反射面の間でWDMマッチングの厚さを持つ事を特徴とする請求項27に記載の装置。

31. パーチャル・イメージ・フーズ・アレイ(VIPA)は、光を透過させるための窓と、透過性部材と、

互いに前記透過性部材によって隔たった、第一及び第二の反射面と、

前記第一及び第二の反射面の間で多重反射を受けるように、前記出力光を前記VIPAの前記第二の反射面へ戻し、それを透過させる光返送装置とを備え、

前記第二の反射面は、その上で反射した光の一部を透過させる事ができるような反射率を持ち、入力光は、前記通過領域を介して受光され、複数の光が前記第二の反射面を透過するように、前記第一及び第二の反射面の間で複数回反射され、前記複数の光は互いに干渉し、それにより、前記入力光の多重反射及び自己干渉を介してコリメートされた前記出力光を生成し、前記出力光は、前記VIPAから伝播し、前記入力光の波長に従って空間的に判別可能であることを特徴とする装置。

32. 前記戻された出力光は、前記入力光の全ての波長について、前記出力光が前記VIPAから前記光返送装置へ伝播した方向に対し正確に反対の方向に、前記光返送装置から前記VIPAへ伝播する事を特徴とする請求項31に記載の装置。

33. 前記VIPAの前記第一及び第二の反射面は、互いに平行である事を特徴とする請求項31に記載の装置。

34. 前記VIPAの前記第一の反射面の前記反射率は、約100%である事を特徴とする請求項31に記載の装置。

35. 前記VIPAの前記第二の反射面の前記反射率は、80%より大きく100%より小さい事を特徴とする請求項31に記載の装置。

36. 前記窓は前記第一の反射面と同じ平面内にある事を特徴とする請求項31に記載の装置。

37. 前記入力光は、前記窓を介して、前記透過性部材に入る前に前記入力光が前記第一の反射面によって反射されないような角度で、かつ、前記入力光が、前記第一及び第二の反射面の間で反射されて、前記コリメートされた出力光を生成する一方で、前記窓から漏れ出ないような角度で、受光される事を特徴とする請求項31に記載の装置。

38. 前記光返送装置は、

ミラーと、

前記VIPAによって生成された前記出力光を前記ミラー上に集束するレンズとを備え、

前記ミラーは、前記出力光を前記レンズに戻るように反射し、前記レンズは、コリメートされた反射された出力光が、前記第一及び第二の反射面の間で多重反射を受け、その後前記窓を介して出力されるように、前記VIPAへ戻る前記反射された出力光をコリメートすることを特徴とする請求項31に記載の装置。

39. 前記VIPAの前記第一及び第二の反射面の間の前記受光された入力光の多重反射は、前記入力光の波長で、かつ各々異なる干渉次数を持つ複数のコリメートされた出力光を前記VIPAによって生成し、

前記光返送装置は、前記出力光の1つを前記VIPAへ戻し、他の出力光を戻さない事を特徴とする請求項31に記載の装置。

40. 前記光返送装置は、

ミラーと、

前記ミラーは、前記出力光の前記1つを前記レンズに亘るように反射し、前記レンズは、前記VIPAへ戻るコリメートされた反射された前記出力光の前記1つが、前記VIPAで多重反射を受け、その後、前記窓を介して出力されるように、前記出力光の前記1つを前記ミラー上に集束し、他の出力光を前記ミラー上に集束しないレンズを備えることを特徴とする請求項39に記載の装置。

41. 前記ミラーのディメンションは、前記ミラーに前記出力光の前記1つを反射し、前記他の出力光は反射しない事を可能にする事を特徴とする請求項40に記載の装置。

42. 前記入力光は、複数のチャネルを含み、各チャネルは中心波長及び中心波長付近に波長領域を持つ、波長分割多重光(WDM)であり、

各チャネルの各波長について、前記VIPAの前記第一及び第二の反射面は、前記入力光の多重反射及び自己干渉を介して対応するコリメートされた出力光を生成するように互いに干渉する、対応する複数の光を前記第二の反射面を介して送出し、前記チャネルの各波長についての前記出力光は、前記チャネルの他の波長について形成された出力光と空間的に判別可能であり、

前記戻された出力光が前記VIPAの前記第一及び第二の反射面の間で多重反射を受け、その後、前記窓を介して出力されるように、前記光返送装置は前記出力光を前記VIPAに戻すことを特徴とする請求項31に記載の装置。

43. 前記光返送装置は、

ミラーと、

各チャネルの前記中心波長について形成された前記出力光が、前記ミラー上で同じ点に集束されるように、前記VIPAによって生成された前記出力光を前記ミラー上に集束するレンズとを備え、

前記ミラーは、前記出力光を前記レンズに亘るように反射し、前記レンズは、前記反射された出力光が前記VIPAの第一及び第二の反射面の間で多重反射を受け、その後、前記窓を介して出力されるように、前記VIPAへ戻る前記反射された出力光をコリメートすることを特徴とする請求項42に記載の装置。

44. 各チャネルの前記中心波長について形成された前記出力光が、前記VIPAから同じ分散角度で伝播する事を特徴とする請求項42に記載の装置。

45. 前記戻された出力光は、前記入力光の全ての波長について、前記出力光が前記VIPAから前記光返送装置へ伝播した方向に対し正確に反対の方向に、前記光返送装置から前記VIPAへ伝播する事を特徴とする請求項42に記載の装置。

46. 前記VIPAの前記第一及び第二の反射面の間の前記受光された入力光の多重反射は、前記入力光の波長で、かつ各々異なる干渉次数を持つ複数のコリメートされた出力光を前記VIPAによって生成し、

前記VIPA及び前記光返送装置からなるグループの少なくとも一つは、前記光返送装置によって前記VIPAへ戻る前記出力光を変化させるために、動く事ができ、これにより、異なる干渉次数を持つ出力光を前記VIPAへ戻す事を特徴とする請求項31に記載

の装置。

47. 前記入力光に与えられる色分散の量を変化させるために、前記光返送装置は、前記VIPAに対して動く事ができることを特徴とする請求項31に記載の装置。

48. 前記レンズは、2次元の通常レンズ及び1次元レンズからなるグループの1つである事を特徴とする請求項38に記載の装置。

49. 前記レンズは、円柱レンズである事を特徴とする請求項38に記載の装置。

50. 前記ミラーは、前記ミラーの側面からみた場合、凸面鏡および凹面鏡からなるグループの1つである事を特徴とする請求項38に記載の装置。

51. 前記ミラーは、平面鏡、凸面鏡及び凹面鏡からなるグループの1つである事を特徴とする請求項38に記載の装置。

52. 第一及び第二の光ファイバーと、

前記第一の光ファイバーから前記VIPAへ、前記窓を介して前記入力光を供給し、前記VIPAで多重反射を受けた後、前記VIPAから前記第二の光ファイ

(11)

特許2000-511655

イバーへ、前記戻された出力光を供給するサーキュレーターをさらに備える事を特徴とする請求項31に記載の装置。

53. 前記光返送装置は、再帰反射器である事を特徴とする請求項31に記載の装置。

54. 前記VIPAの前記第一及び第二の反射面間の前記受光された入力光の多重反射は、前記入力光の波長で、かつ各々異なる干渉次数を持つ複数のコリメートされた出力光を前記VIPAによ

って生成し、

前記光返送装置は、1つの干渉次数のみを反射する再帰反射器である事を特徴とする請求項31に記載の装置。

55. 前記入力光に与えられる色分散の量を変化させるために、前記再帰反射器は、前記VIPAに対して動く事ができることを特徴とする請求項53に記載の装置。

56. 前記第一及び第二の反射面は、距離1により互いに隔たっており、

前記透過性部材は屈折率を持ち、

$2\cos\theta$ と前記透過性部材の前記屈折率の積は、同じ $\theta$ 及び異なる整数について、各チャネルの前記中心波長の整数倍であり、ここで、 $\theta$ は、各チャネルの前記中心波長について、前記VIPAにより形成された前記出力光の伝播方向を示す事を特徴とする請求項42に記載の装置。

57. 前記VIPAに、前記窓を介して前記入力光を線集束するレンズをさらに備える事を特徴とする請求項56に記載の装置。

58. 前記第一及び第二の反射面は、多層誘電干渉フィルムである事を特徴とする請求項31に記載の装置。

59. 前記透過性部材は、光学ガラス及び空気からなるグループの1つである事を特徴とする請求項31に記載の装置。

60. 前記出力光は、前記VIPAから、前記VIPAの温度変化に従って変化する角度で出力され、

前記装置は、

(12)

特許2000-511655

前記出力角度を安定にするために、前記VIPAの前記温度を制

御する制御装置を更に備える事を特徴とする請求項31に記載の装置。



## 【発明の詳細な説明】

## 発明の名称

色分散を生成するためのバーチャル・イメージ・フェーズ・アレイを用いる光装置

## 関連する発明の参照

この出願は、ここに添付する出願日1996年7月24日、米国出願番号08/685,362の部分継続出願(CIP)である。

この出願は、ここに添付する日本出願日1995年7月26日、日本出願番号07-190535に基づく優先権主張を伴う。

## 発明の背景

## 1. 発明の分野

本発明は、色分散を生成する装置であって、光ファイバー送信網において蓄積する色分散を補償するために用いる装置に係わる。より具体的には、本発明は、バーチャル・イメージ・フェーズ・アレイを色分散を生成するために用いる装置に係わる。

## 2. 従来技術の説明

図1(A)は、光を介して情報を送信するための従来のファイバー光通信システムを示す図である。図1(A)に示すように、送信器30は、パルス32を光ファイバー34を介して受光器36に送出する。しかし、「波長分散」ともいわれる、光ファイバー34の色分散は、システムの信号の質を劣化させる。より具体的に、色

分散の結果、光ファイバーの信号の伝播速度はその信号の波長に依存する。例えば、(例えば、「赤」色パルスを示す波長を持つパルス)長い波長を持つパルスが、(例えば、「青」色パルスを示す波長を持つパルス)短い波長を持つパルスよりも速く伝播するとき、一般に「正常」分散という。逆に、(例えば、青色パルスのような)短い波長を持つパルスが、(例えば、赤色パルスのような)長い波長を持つパルスよりも速く伝播するとき、一般に「異常」分散という。

従って、パルス32が赤色および青色パルスを含む場合で、送信器30から送

出される場合、パルス32は光ファイバー34を介して伝播する時に分かれて、分離された赤色パルス38および青色パルス40が、異なる時間に受光器36によって受光される。図1(A)は、「正常」分散の場合を示す。ここで、赤色パルスは、青色パルスよりも速く伝播する。

パルス送信の他の例として、図1(B)は、背から赤へ連続する波長成分を持ち、送信器30によって送出されるパルス42を示す図である。図1(C)は、受光器36に到達したときのパルス42を示す図である。赤色成分及び青色成分は、異なる速度で伝播するため、パルス42は、光ファイバー34内で広げられ、図1(C)に示すように、色分散によってひずむ。全てのパルスは有限の波長領域を含むため、このような色分散はファイバー光通信システムにおいて、大変よく起こることである。

従って、ファイバー光通信システムについて、高送信能力を得るために、ファイバー光通信システムは、色分散を補償する事が必要

となる。

図2は、色分散を補償するために、逆分散コンポーネントを持つファイバー光通信システムを示す図である。図2に示すように、一般に、逆分散コンポーネント44は、光ファイバー34を介して伝播することにより生じる分散を打ち消すために、「逆」分散をパルスに与える。

逆分散コンポーネント44として用いる事が可能な従来の装置は存在する。例えば、図3は、色分散を補償するために、特定の断面インデックスプロファイルを持つ分散補償ファイバーを持ち、それにより逆分散コンポーネントとして動作する、ファイバー光通信システムを示す図である。図3に示すように、色分散補償ファイバー46は、光ファイバー34によって生じた分散を打ち消すために逆分散を与える。しかし、分散補償ファイバーは、製造するのに高価であり、また、十分に色分散を補償するために比較的長い必要がある。例えば、光ファイバー34が100kmの長さである場合、分散補償ファイバー46は、約20から30kmであるべきである。

図4は、色分散を補償するために、逆分散コンポーネントとして用いるチャー

ア格子を示す図である。図4に示すように、光ファイバーを介して伝播し、色分散された光は、光サークエレータ50の入力ポート48に供給される。サークエレータ50は、光をチャープ格子52へ供給する。チャープ格子52は、異なる波長成分はチャープ格子について異なる距離で、異なる波長成分は異なる距離を伝播し、それにより、色分散を補償することができるように、光をサークエレータ50に戻るように反射する。例えば、チャープ

ア格子52は、長い波長成分はチャープ格子について短い距離で反射され、それにより、短い波長よりも長い距離を伝播するように設計する事が可能である。サークエレータ50は、その後、チャープ格子52から出力ポート52へ反射された光を供給する。従って、チャープ格子52は、パルスに逆分散を加える事ができる。

しかし、チャープ格子は、反射するパルスについて、大変狭い帯域しか持たない。従って、波長分割多重光のような多くの波長を含む光を補償するために十分な波長帯域を得る事ができない。たぐさんのチャープ格子を、波長多重信号について、カスケードさせることは可能である。しかし、この結果、システムが高価になる。代わりに、図4に示すような、サークエレータ組み合わせたチャープ格子が、ファイバー光通信システムを介して1つのチャネルが送出される場合に用いるためには、ふさわしい。

図5は、色分散を生成するために用いる事ができる、従来の回折格子を示す図である。図5に示すように、回折格子56は、格子面58を持つ。異なる波長を持つ平行光60は、格子面58に入射する。光は、格子面58の各段で反射され、互いに干渉する。その結果、異なる波長を持つ光62、64及び66は回折格子56から異なる角度で出力される。回折格子は、色分散を補償するために、以下でより詳しく述べる、空間格子対配列で用いる事ができる。

より詳しくは、図6(A)は、色分散を補償するために、逆分散コンポーネントとして用いる空間格子対配列を示す図である。図6(A)に示すように、光67は、第一の回折格子68から回折され、短い波長についての光69及び長い波長についての光70になる。

これら光69及び70は、その後、第二の回折格子71により回折され、同じ方向に伝播する光になる。図6(A)に示すように、逆分散を加えるために、異なる波長を持つ波長成分は異なる距離を伝播し、それにより、色分散を補償する。

(光70のような)長い波長は、(光69のような)短い波長よりも長い距離を伝播するので、図6(A)に示す空間格子対配列は、異常分散を持つ。

図6(B)は、色分散を補償するために、逆分散コンポーネントとして用いる他の空間格子対配列を示す図である。図6(B)に示すように、レンズ72および74は、焦点の1つを共有するように、第一及び第二の回折格子68および71の間に位置する。(光70のような)長い波長は、(光69のような)短い波長よりも短い距離を伝播するので、図6(B)に示す空間格子対配列は、正常分散を持つ。

図6(A)及び図6(B)に示すような空間格子対配列は、一般に、レーザー共振器で分散を制御するために用いられる。しかし、実際の空間格子対配列は、ファイバー光通信システムにおいて生じる比較的大きな量の色分散を補償するために十分大きな分散を与える事ができない。より具体的には、回折格子によって生じる角分散は、普通、極端に小さく、一般に約0.05度/nmである。従って、ファイバー光通信システムにおいて生じる色分散を補償するためには、第一及び第二の回折格子68および71は、大きな距離を隔ていなければならない事になり、このことにより、そのような空間格子対配列は、実用的ではないことになる。

#### 発明の要約

従って、本発明の目的は、色分散を生じる装置であって、光ファイバーで誘導された色分散を補償するために実用的な装置を提供する事である。

本発明の目的は、ここで、「パーチャル・イメージ・プレーイ」または「VIPA」という、装置を備える装置を提供する事により、達成される。VIPAは、上記VIPAから伝播する光を生成する。上記装置はまた、上記VIPA内で多重反射を受けるように、上記VIPAに光を戻す光返送装置を備える。

上記光返送装置は、各々干渉次数を持つ光を上記VIPAに戻し、他の干渉次数を持つ光を上記VIPAに戻さないように、配列することができる。

本発明の目的は、また、連続する波長領域内の波長を持つ入力光を受光し、連続的に対応する出力光を生成するVIPAを備える装置を提供する事により、達成される。出力光は、上記連続する波長領域内の他の波長を持つ入力光に対して形成された出力光と空間的に判別可能である（例えば、異なる方向に伝播する）。上記出力光が、伝播角度によって判別可能である場合、上記装置は角度分散を持つ。

さらに、本発明の目的は、VIPAと光返送装置を備える装置を提供する事により、達成される。ここで、上記VIPAは、通過領域と透過性部材を備える。上記通過領域は、上記VIPA内に光を受光し、前記VIPAから光を出力する事を可能にする。上記透過性部材は、第一及び第二の表面を持ち、上記第二の表面は、入射してきた光の一部を透過する事ができるような反射率を持つ。入力光は、上記通過領域を介して上記VIPAに受光され、第二の表面を介して複数の光が送出されるように、上記透過性部材内、上記第一及び第二の表面の間で複数回反射される。複数の送出された光は、互いに干渉して出力光を生成する。上記入力光は、連続する波長領域内の波長であり、上記出力光は、上記連続する波長領域内の他の波長に対して形成された出力光と空間的に判別可能である。上記出力光が、上記VIPA内で多重反射を受け、その後、上記VIPAの通過領域から上記入力光バスへ出力されるように、上記光返送装置は、上記出力光を上記第二の表面へ、正確に反対の方向に戻し、上記VIPA内に上記第二の表面を透過させる。

さらに、本発明の目的は、上記入力光と同じ波長で、異なる干渉次数を持つ複数の出力光を生成するVIPAを備える装置を提供する事により、達成される。上記装置は、また、上記VIPAへ上記干渉次数の1つ内の上記出力光を戻し、他の出力光を戻さない光返送装置を備える。このように、1つの干渉次数に対応する光のみを上記VIPAに戻す。

図面の簡単な説明

発明のこれらおよび他の目的および利点は、明確であるが、添付された図面とともに以下の実施例の説明からより明確になる。

図1(A)は、従来のファイバー光通信システムを示す図である（従来技術）。

図1(B)は、従来のファイバー光通信システムにおいて、ファイバーを介して送信する前のパルスを示す図である。

図1(C)は、従来のファイバー光通信システムにおいて、ファイバーを介して送信された後のパルスを示す図である。

図2は、色分散を補償するために逆分散コンポーネントを持つ従来のファイバー光通信システムを示す図である（従来技術）。

図3は、逆分散コンポーネントとして分散補償ファイバーを持つ従来のファイバー光通信システムを示す図である（従来技術）。

図4は、色分散を補償するために、逆分散コンポーネントとして用いられるチャープ格子を示す図である（従来技術）。

図5は、従来の回折格子を示す図である（従来技術）。

図6(A)は、異常分散を生成するための空間格子対配列を示す図である（従来技術）。

図6(B)は、正常分散を生成するための空間格子対配列を示す図である（従来技術）。

図7は、本発明の一実施例に係わる、VIPAを示す図である。

図8は、本発明の一実施例に係わる、図7に示すVIPAの詳細を示す図である。

図9は、本発明の実施例に係わる、図7に示すVIPAのIX-IX線にそった横断面を示す図である。

図10は、本発明の一実施例に係わる、VIPAによって生成された反射光間の干渉を示す図である。

図11は、入力光の傾斜角度を決定するために、本発明の一実施例に係わる、図7に示すVIPAのIX-IX線にそった横断面を示す図である。

図12(A)、(B)、(C)及び(D)は、本発明の一実施例

に係わる、VIPAを製造する方法を示す図である。

図13は、本発明の一実施例に係わる、色分散を生成するための角分散コンポネントとしてVIPAを用いる装置を示す図である。

図14は、本発明の一実施例に係わる、図13に示す装置の動作を詳細に示す図である。

図15は、本発明の一実施例に係わる、VIPAのさまざまな干渉次数を示す図である。

図16は、本発明の一実施例に係わる、波長分割多重光の数チャネルに対する色分散を示すグラフである。

図17は、本発明の一実施例に係わる、VIPAによってミラー上の異なる点に集束された波長分割多重光の異なるチャネルを示す図である。

図18は、本発明の一実施例に係わる、可変色分散を光に与えるためにVIPAを用いる装置の側面図である。

図19は、本発明のさらなる実施例に係わる、可変色分散を光に与えるためにVIPAを用いる装置の側面図である。

図20(A)及び20(B)は、本発明のさらなる実施例に係わる、色分散を光に与えるためにVIPAを用いる装置の側面図である。

図21は、本発明のさらに別の実施例に係わる、可変分散を光に与えるためにVIPAを用いる装置の側面図である。

図22は、本発明の一実施例に係わる、サーキュレーターと組み合わせた、図13に示す装置の平面図である。

図23は、本発明の一実施例に係わる、VIPAを用いる装置の平面図である。

図24は、本発明のさらに別の実施例に係わる、VIPAの温度を制御するための制御装置を示す図である。

実施例の説明

添付の図面に示す例を参照しながら、本発明の実施例を詳細に述べる。ここで、同じ要素は、同じ参照番号で示されている。

図7は、本発明の一実施例に係わる、パーチャル・イメージ・フエーズ・プレート(VIPA)を示す図である。以下、「パーチャル・イメージ・フエーズ・プレート」もしくは「VIPA」という用語は、互いに置き換えて使用する。

図7に示すように、VIPA76は、ガラスの薄い板でできていることが望ましい。入力光77がVIPA76中を進むように、入力光77は、半円柱レンズのようなレンズ80によってライオン78上に集束される。以下、ライオン78は、「焦点線78」と示す。入力光77は、焦点線78から放射状に伝播して、VIPA76内部に受光される。その後、VIPA76は、コリメートされた光の光束82を出力する。ここで、光束78の出力角度は、入力光77の波長が変化するにつれ、変化する。例えば、入力光77が波長 $\lambda 1$ である場合、VIPA76は、特定の方向に波長 $\lambda 1$ で光束82aを出力する。入力光77が波長 $\lambda 2$ である場合、VIPA76は、異なった方向に波長 $\lambda 2$ で光束82bを出力する。従って、VIPA76は、互いに空間的に判別可能な光束82a及び82bを生成する。

図8は、本発明の一実施例に係わるVIPA76の詳細を示す図である。図8に示すように、VIPA76は、例えば、ガラス製の、表面上に反射フィルム122および124を持つプレート120を備える。反射フィルム122は、約95%もしくはそれ以上だが、100%より小さな反射率を持つ事が望ましい。反射フィルム124は、約100%の反射率を持つ事が望ましい。照射窓126は、プレート120上に形成され、約0%の反射率を持つ事が望ましい。

入力光77は、照射窓126を介して焦点線78にレンズ80によって集束され、反射フィルム122及び124の間で多重反射を受ける。焦点線78は、反射フィルム122が設けられたのと同じプレート120の表面上にある事が望ましい。このように、焦点線78は、照射窓126を介して反射フィルム122上に実質的に線集束される。

レンズ80により集束されたときの焦点線78の幅は、入力光77の「ビーム

ウェスト」という。このように、図8に示される本発明の実施例は、入力光77のビームウェストをプレート120の遠い方の表面(つまり、その上に反射フィルム122を持つ表面)上に集束させる。ビームウェストをプレート120の遠い方の表面上に集束することにより、本発明の本実施例は、(i)入力光77が照射窓126を通過する際に、入力光77によりカバーされた、プレート120の表面上の照射窓126の領域(以下により詳細に述べる、例えば、図11に示す領域「a」)と、(ii)入力光77が最初に反射フィルム124により反射された時、入力光77によ

りカバーされた反射フィルム124上の領域(以下により詳細に述べる、例えば、図11に示す領域「b」)との間の重複の可能性を減少することができる。VIPAの適当な動作を確実にする為に、そのような重複は減少させることが望ましい。

図8において、入力光77の光軸132は、小さな傾斜角度 $\theta$ を持つ。反射フィルム122の最初の反射の後、光の5%は反射フィルム122を通過して、ビームウェストの後は広がり、光の95%は、反射フィルム124に向かって反射される。最初に反射フィルム124によって反射された後、光は再び反射フィルム122にぶつかるが、 $d$ だけずれる。その後、光の5%は反射フィルム122を通過する。同様にして、図8に示すように、一定の間隔 $d$ で、光は多くのパスに分かれる。各々のパスのビーム形は、ビームウェスト129の虚像134から光が広がるようになる。虚像134は、プレート120に対して法線である直線状にそって、一定の間隔 $2t$ で配置される。ここで、 $t$ はプレート120の厚さである。虚像134でビームウェストの位置は、自己整列し、位置を調節する必要はない。その後、虚像134から広がる光は、互いに干渉し、入力光128の波長に従って変化する方向に伝播する、コリメートされた光136を形成する。

光のパスの間隔は $d = 2t \sin \theta$ であり、隣接したビームとの間のパスの長さの差は、 $2t \cos \theta$ である。角分散はこれら2つの数字の比に比例し、 $\cot \theta$ である。この結果、本発明の実施例は、大変大きな角分散を生成する。

上述のように、本発明の実施例は、「パーチャル・イメージ・フ

ェーズ・アレイ」という。先に図8から容易に分かるように、「パーチャル・イメージ・フエーズ・アレイ」という語は、虚像(パーチャル・イメージ)134の配列(アレイ)の形成を起源とする。

図9は、本発明の実施例に係わる図7で示すVIPA76のIX-IX線にそった横断面図である。図9に示すように、プレート120は、反射面122及び124を表面上にもつ。反射面122及び124は、互いに平行であり、プレート120の厚さ $t$ で隔てられている。反射面122及び124は、一般的にプレート120上に付着している反射フィルムである。先に述べたように、反射面124は、照射窓126以外において、約100%の反射率を持つ。反射面122は、約95%もしくはそれ以上の反射率を持つ。従って、反射面122に入射した光の約5%もしくはそれ以下は透過され、光の約95%もしくはそれ以上は反射されるように、反射面122は約5%もしくはそれ以下の透過率を持つ。

反射面122及び124の反射率は、VIPAを特殊に応用することによって容易に変えることができる。しかし、一般に反射面122は、入射光の一部が透過できるように100%より小さい値の反射率を持つ必要がある。

反射面124は、その表面上に照射窓124を持つ。照射窓126は光を透過させ、なるべく反射がない、もしくは、大変低い反射率を持つ。入力光77が反射面122及び124の間で受光され、反射されるように、照射窓126は入力光77を受光する。

図9は、図7のIX-IX線にそった横断面を示す為、図7の焦点線78は図9において「点」として見える。入力光77はその後

放射状に焦点線78から伝播する。さらに、図9に示すように、焦点線78は反射面122上に位置する。焦点線78が反射面122上にあることは必要ではないが、焦点線78の配置の変化は、VIPA76の特性に小さな変化しか起こさない。

図9に示すように、入力光77は照射窓126の領域A0を介して、プレート120に入る。ここで、点P0は領域A0の周辺の点を示す。

反射面122の反射能のため、入力光77の約95%もしくはそれ以上は、反

射面122によって反射され、反射面124の領域A1に入射する。点P1は、領域A1の周辺の点を示す。反射面124上の領域A1で反射した後、入力光77は反射面122へ進み、反射面122を介して、光線R1によって定義される透過光Out1として一部が送出される。こうして、図9に示すように、入力光77は反射面122と124の間で多重反射する。ここで、反射面122の各々の反射光は、また、反射面122を透過する各透過光となる。従って、例えば、入力光77は反射面88上の領域A2、A3及びA4で反射して、各々透過光Out2、Out3及びOut4を生成する。点P2は領域A2の周辺の点を示し、点P3は、領域A3の周辺の点を示し、点P4は、領域A4の周辺の点を示す。透過光Out2は、光線R2で定義され、透過光Out3は、光線R3で定義され、透過光Out3は、光線R3で定義される。図9において、透過光Out1、Out2、Out3及びOut4しか示されていないが、実際には、入力光77のパワーと反射面122及び124の反射率に依存して、もっと多くの透過光が存在する

ことが可能である。以下により詳しく述べるように、入力光77の波長に従って方向が変化する光束を生成する為に、出力光は互いに干渉する。

図10は、本発明の実施例に係わるVIPAによって生成される反射光間での干渉を示す図である。図10に示すように、焦点線78から進む光は、反射面124によって反射される。上述のように、反射面124は約100%の反射率を持ち、ゆえに本質的に鏡のように機能する。結果として、透過光Out1は、反射面122と124が存在せず、その代わりに、透過光Out1は焦点線I1から放射されたかのように、光学的に分析することが可能である。同様に、透過光Out2、Out3及びOut4は、各々焦点線I2、I3及びI4から放射されたかのように、光学的に分析することが可能である。焦点線I2、I3及びI4は、焦点線I0の虚像である。

従って、図10に示すように、焦点線I1は焦点線I0から距離2t隔てている。ここで、tは反射面122と124間の距離に等しい。同様に、各々のその後にくる焦点線は、すぐ前の焦点線から距離2t隔てている。このように、焦点

線I2は焦点線I1から距離2t隔てている。さらに、各々のその後にくる、反射面122と124の間の多重反射は、先の透過光よりも強度が弱い透過光を生成する。従って、透過光Out2は透過光Out1よりも強度が弱い。

図10に示すように、焦点線からの透過光は互いに重複し、干渉する。この干渉は入力光77の波長に依存する特定の方向に進む光

束を生成する。

上述の本発明の実施例に係わるVIPAは、VIPAの設計の特徴である強め合い条件を持つ。強め合い条件は、光束が形成されるように、透過光の干渉を増大する。VIPAの強め合い条件は次の式(1)で表される。

$$2t \times \cos \theta = m \lambda$$

ここで、 $\theta$ は、反射面122及び124に垂直な線から測定した、結果として得られる光束の伝播方向を、 $\lambda$ は入力光の波長を、tは反射面122と124の間の距離を、mは整数を示す。

従って、もしtが定数で、mに特定の値が与えられる場合、波長 $\lambda$ を持つ入力光について形成された、光束の伝播方向は決定される。

より具体的には、入力光77は、特定の角度を介して、放射状に焦点線78から分散する。従って、同じ波長を持つ入力光は、焦点線78から多数の異なる方向に進み、反射面122と124の間で反射される。VIPAの強め合い条件は、入力光の波長に対応する方向を持つ光束を形成するために、特定の方向に進む光を透過光の干渉を介して増強させる。強め合い条件により必要とされる特定の方向以外の異なる方向に進む光は、透過光の干渉により弱められる。

図11は、図7で示すVIPAのIX-IX線にそった横断面を示す図であり、本発明の実施例に係わる入力光の入射角度もしくは傾斜角度の決定についてのVIPAの特徴を示す。

図11に示すように、入力光77は、円柱レンズ(不図示)により集光され、焦点線78に集束される。図11に示すように、入力光77は、照射窓126上の「a」に等しい幅を持つ領域をカバー

する。入力光77は反射面122から一度反射した後、入力光77は反射面124上に入射し、反射面124上の「b」に等しい幅を持つ領域をカバーする。さらに、図11に示すように、入力光77は、反射面122の法線に関して傾斜角度 $\theta 1$ である、光軸132にそって進む。

反射面122により一度反射された後に、入力光77が照射窓126の外に漏れ出ないように、傾斜角度 $\theta 1$ は設定されるべきである。つまり、傾斜角度 $\theta 1$ は、入力光77が反射面122と124の間に「トラップ」されたままで、照射窓126を通過して逃れることができないように、設定されるべきである。従って、入力光77が、照射窓126から外に漏れ出ることのないように、傾斜角度 $\theta 1$ は、次の式(2)に従って決定されるべきである。

$$\text{光軸}\theta 1\text{の傾斜} \geq (a+b)/4t$$

従って、図7から図11に示すように、本発明の実施例は、連続する波長領域内の各々の波長を持つ入力光を受光する、VIPAを備える。VIPAは、入力光の多重反射によって自己干渉を生じさせ、それにより出力光を形成させる。出力光は、連続する波長領域内の他の波長を持つ入力光について形成された出力光と、空間的に判別可能である。例えば、図9は、反射面122と124の間で多重反射される入力光77を示す。この多重反射は、入力光77の各波長に対して空間的に判別可能な光束を生成するように、互いに干渉する複数の透過光Out0、Out1、Out2、Out3及びOut4を生成する。

「自己干渉」は、同じ源から生ずる複数の光またはビームの間で

起こる干渉を示す用語である。従って、透過光Out0、Out1、Out2、Out3及びOut4は、全て同じ源（つまり、入力光77）から生じている為、透過光Out0、Out1、Out2、Out3及びOut4の干渉は、入力光77の自己干渉という。

上述の本発明の実施例によると、入力光は、連続する波長領域内のどの波長であってもよい。このように、入力光は、離散した値の範囲から選ばれた値の波長に限定されない。さらに、上述の本発明の実施例によると、連続する波長領域内の異なる波長の入力光である場合に生成される出力光と、連続する波長領域内の

特定の波長の入力光について生成された出力光は、空間的に判別可能である。従って、例えば、図7に示すように、入力光77が連続する波長領域内で異なる波長の場合、光束82の進行方向（つまり、「空間的特性」）は異なる。

図12(A)、図12(B)、図12(C)及び図12(D)は、本発明の実施例に係わるVIPAを製造するための方法を示す。

図12(A)に示すように、平行平板164は、望ましくはガラス製で、良い平行性を持つ。反射フィルム166及び168は、真空蒸着、イオンスパッタリングまたは他の同様な方法により平行平板164の両側に形成される。反射フィルム166及び168の一方は、ほぼ100%の反射率を持ち、他方は望ましくは80%以上で、100%より低い反射率を持つ。

図12(B)に示すように、反射フィルム166及び168の一方は、照射窓170を形成するために部分的に削られている。図12(B)において、反射フィルム166は、反射フィルム166と

平行平板164の同じ表面上に、照射窓170を形成する為に削られている。しかし、代わりに、反射フィルム168が、平行平板164の反射フィルム168と同じ表面上に、照射窓170を形成する為に部分的に削られることも可能である。本発明の様々な実施例によって示すように、照射窓は平行平板164のどちらの側であってもよい。

反射フィルムを削ることは、エッチング処理によって行うことが可能である。しかし、機械的切削処理もまた使用でき、より安価である。しかし、反射フィルムが機械的に削られる場合、平行平板164への損傷を最低限にするように、平行平板164は注意深く処理されなければならない。例えば、照射窓を形成する平行平板164の一部がひどく損傷した場合、平行平板164は受光した入力光の散乱によって起こられる余分なロスを生成する。

反射フィルムの最初の形成とその後の切削の代わりに、照射窓は予め、照射窓に対応する平行平板164の一部をマスキングすることにより、この部分が反射フィルムで覆われないように防止して、生成することが可能である。

図12(C)に示すように、透明接着剤172が反射フィルム166上及び、

反射フィルム166が除かれるべき平行平板164の一部に用いられている。照射窓を形成する平行平板164の一部に透明接着剤172は用いられることとなる為、透明接着剤172は、できる限り光学的欠損をおこさないようにすべきである。

図12(D)に示すように、透明防護板174は、反射フィルム166と平行平板164を防護するために、透明接着剤172上に

用いられている。透明接着剤172は、反射フィルム166を除くことにより得られた窪んだ部分を満たす為に用いられているので、透明防護板174を平行平板164の最表面と平行に備えることが可能である。

同様に、反射フィルム168を防護する為に、接着剤(不図示)は、反射フィルム168の最表面に用いられ、防護板(不図示)を備えるようにすべきである。

反射フィルム168が約100%の反射率を持ち、かつ、平行平板164の同じ表面に照射窓はない場合、接着剤と防護板は必ずしも透明でなければならぬわけではない。

さらに、反射防止フィルム176は、透明防護板174に用いられている。例えば、透明防護板174及び照射窓170は、反射防止フィルム176により覆われている。

上述の本発明の実施例において、焦点線は入力光が入る平行平板の表面の反対側の表面上にあるとしている。しかし、焦点線は平行平板内または照射窓の前にあってもよい。

上述の本発明の実施例において、2つの反射フィルムは、1つの反射フィルムの反射率は約100%であり、フィルム間で光を反射する。しかし、各々100%より少ない反射率を持つ2つの反射フィルムでも、同様な効果は得られる。例えば両反射フィルムは、95%の反射率を持つてもよい。この場合、各々の反射フィルムは、自身を透過し、干渉を起こす光を持つことになる。この結果、波長に依存する方向に進む光束は、反射フィルムが形成された平行平板の両側に形成される。このように、本発明の様々な実施例の様々な

反射は、必要とされるVIPAの特性に従って容易に変えることが可能である。

上述の本発明の実施例において、導波路は、平行平板もしくは2つの互いに平行な反射面によって形成されるとしている。しかし、プレートもしくは反射面は、必ずしも平行である必要はない。

上述の本発明の実施例によると、VIPAは、多重反射を用い、干渉する光の間で一定の位相差を維持する。その結果、VIPAの特性は安定し、これにより、偏光により起こる光学的特性の変化を減少することができる。一方、従来の回折格子の光学的特性は、入力光の偏光に依存して、好ましくない変化があった。

上述の本発明の実施例は、互いに「空間的に判別可能な」光束を供給する、と説明する。「空間的に判別可能」とは、光束が空間内で判別可能であることをいう。例えば、様々な光束がグリマートされて異なる方向に進む、または異なる場所に集束される場合、光束は空間的に判別可能である。しかし、本発明はこのような例に限られるのではなく、光束が互いに空間的に判別可能である、多くの他の方法が存在する。

図13は、本発明の一実施例に関わる、色分散を補償するために回折格子を用いる代わりに、VIPAを角分散コンポーネントとして用いる装置を示す図である。図13に示すように、VIPA240は、例えば、反射率約100%の第一の面242及び、例えば、反射率約98%の第二の面244を持つ。VIPA240は、また、照射窓247を備える。しかし、VIPAは、この特定の構成に限定されるものではない。代わりに、VIPA240は、ここに述

べるように多くの異なる構成を持つ事が可能である。

図13に示すように、入力光は、光ファイバー246から出力され、コリメーティング・レンズ248により受光され、円柱レンズ250により、照射窓247を介してVIPA240に線集束される。その後、VIPA240は、集束レンズ252によりミラー254上に集束される平行光251を生成する。ミラー254は、基板258上に形成されるミラー部256であつてもよい。

ミラー254は、集束レンズ252を介してVIPA240へ光を戻す。その後、光は、VIPA240で多重反射され、照射窓247から出力される。照射



窓247から出力された光は、円柱レンズ250とコーメーティング・レンズ248を介して伝播し、ファイバー246により受光される。

従って、VIPA240から出力された光は、ミラー254により反射され、VIPA240へ戻る。ミラー254により反射された光は、元へ伝播したパスに対して、正確に反対の方向のパスを通して伝播する。以下でより詳細に述べるように、光の中の異なる波長成分は、ミラー254上の異なる場所に集束され、VIPA240へ戻る。その結果、異なる波長成分は異なる距離を伝播し、それにより、色分散を生成する。

図14は、本発明の一実施例に関わる、図13に示すVIPAの動作をより詳細に示す図である。さまざまな異なる波長成分を持つ光はVIPA240により受光されると仮定する。図14に示すように、VIPA240は、ビームウェスト262の虚像260の形成を起こす。ここで、各虚像260は、光を出す。

図14に示すように、集束レンズ252は、VIPA240からの平行光内の異なる波長成分を、ミラー254上の異なる点に集束する。より具体的には、長い波長264は点272に集束し、中心波長266は点270に集束し、短い波長268は点274に集束する。その後、長い波長264は、中心波長266に比べ、ビームウェスト262に近い虚像260へ戻る。短い波長268は、中心波長266に比べ、ビームウェスト262から遠い虚像260へ戻る。このように、配列は正常分散を供給する。

ミラー254は、特定の干渉次数の光だけを反射するように設計され、他の干渉次数の光は、ミラー254の外に集束される。より具体的には、先に述べたように、VIPAは平行光を出力する。この平行光は、 $m\lambda$ の差を持つ各虚像についてのパスで、異なる方向に伝播する。ここで、 $m$ は整数である。干渉の $m$ 番目の桁は、 $m$ に対応する出力光として定義される。

例えば、図15は、VIPAのさまざまな干渉次数を示す図である。図15に示すように、VIPA240のようなVIPAは、平行光276、278及び280を放出する。各平行光276、278及び280は、異なる干渉次数に対応する。

従って、例えば、平行光276は、 $(n+2)$ 番目の干渉次数に対応する平行光であり、平行光278は、 $(n+1)$ 番目の干渉次数に対応する平行光であり、平行光280は、 $n$ 番目の干渉次数に対応する平行光である。ここで、 $n$ は整数である。平行光276は、いくつかの波長成分276a、276b及び276cを持つとして示されている。同様に、平行光278は、いくつかの波長成分278a、278b及び278cを持つとして示され、平行光280は、いくつかの波長成分280a、280b及び280cを持つとして示されている。ここで、波長成分276a、278a及び280aは、同じ波長を持つ。波長成分276b、278b及び280bは、同じ波長（しかし、波長成分276a、278a及び280aの波長と異なる波長）を持つ。波長成分276c、278c及び280cは、同じ波長（しかし、波長成分276a、278a及び280aの波長と異なり、波長成分276b、278b及び280bの波長と異なる波長）を持つ。図15で異なる3つの干渉次数についてだけ平行光を示したが、平行光は、多くの他の干渉次数 $m$ について放出される。

異なる干渉次数についての同じ波長の平行光は、異なる方向へ伝播し、従って、異なる位置に集束され、ミラー254は、VIPA240へ1つの干渉次数からの光のみを反射させる事ができる。例えば、図15に示すように、ミラー254の反射部の長さは、比較的短くすべきであり、それにより、1つの干渉次数に対応する光のみが反射される。より具体的には、図15において、平行光278のみがミラー254により反射される。このように、平行光276及び278は、ミラー254の外に集束される。

波長分割多重光は、普通、多くのチャンネルを含む。再び図13に示すように、VIPAの第一及び第二の面242及び244の間の厚さ $t$ が、ある特定の値に設定された場合、配列は、各チャンネルの分散を同時に補償する事が可能である。

より具体的には、各チャンネルは中心波長を持つ。中心波長はたい

てい、一定の波長間隔で区切られている。中心波長に対応する全ての波長成分が、VIPA240と同じ出力角度を持つように、そして、ミラー254上の同

に集束点を持つように、VIPAの第一及び第二の面242及び244の間の厚さ $t$ は、設定されるべきである。これは、中心波長に対応する波長成分によって伝播されるVIPA240を介したラウンド・トリップ光路長が各チャネルの中心波長の整数倍になるように、厚さ $t$ を各チャネルについて設定することにより、可能となる。この厚さ $t$ の値は、この後、「WDMマッティング自由スベクトラル領域厚さ」もしくは「WDMマッティングFSR厚さ」という。

さらに、この場合、VIPA240を介したラウンド・トリップ光路長( $2n \cdot t \cdot \cos \theta$ )は、同じ $\theta$ についての整数及び異なる整数によって整数倍された各チャネルの中心波長に対応する波長に等しい。ここで、 $n$ は第一及び第二の面242及び244の間の部材の屈折率、 $\theta$ は、各チャネルの中心波長に対応する光束の伝播方向である。さらに具体的には、先に述べたように、 $\theta$ は反射面122及び124の面に対する法線から測定し、結果として得た光束の伝播方向である。

従って、各チャネルの中心波長に対応する波長成分について、 $2n \cdot t \cdot \cos \theta$ が、同じ $\theta$ 及び異なる整数について各チャネルの中心波長の整数倍となるように $t$ が設定された場合、中心波長に対応する波長成分は、VIPA240から同じ出力角度を持ち、従って、ミラー254上で同じ集束位置を持つ。

例えば、2mmの物理的長さを持つラウンド・トリップ（これは

、VIPA240の厚さ1mmの約2倍である）及び屈折率1.5により、100GHzの間隔を持つ全ての波長は、この条件を満たす事になる。この結果として、VIPA240は、同時に波長分割多重光の全てのチャネルにおいて、分散を補償することができる。

従って、図14に示すように、WDMマッティングFSR厚さに厚さ $t$ を設定することによって、VIPA240及び集束レンズ252によって、(a)各チャネルの中心波長に対応する波長成分は、ミラー254上の点270に集束され、(b)各チャネルのもっと長い波長に対応する波長成分は、ミラー254上の点272に集束され、(c)各チャネルのもっと短い波長に対応する波長成分は、ミラー254上の点274に集束されることになる。従って、VIPA240は

、波長分割多重光の全てのチャネルにおいて色分散を補償するために用いる事が可能である。

図16は、本発明の一実施例に係わる、厚さ $t$ がWDMマッティングFSR厚さに設定された場合の、波長分割多重光のいくつかのチャネルについての分散の値を示すグラフである。

図16に示すように、全てのチャネルは同じ分散を与えられている。しかし、チャネル間において、分散は連続していない。さらに、VIPA240が分散を補償する各チャネルについての波長領域は、ミラー254のサイズを適切に設定する事により、設定することができる。

厚さ $t$ が、WDMマッティングFSR厚さに設定されていない場合、波長分割多重光の異なるチャネルは、ミラー254上の異なる点に集束される。例えば、厚さが、ラウンド・トリップ光路長の $1/2$

2、 $1/3$ もしくは他の分数である場合、各チャネルは異なる点に集束されて、2つ、3つ、4つもしくはそれ以上の集束点が、同じミラー上に集束される。また、偶数チャネルからの光はミラー254の同じ点に集束される。より具体的には、厚さが、ラウンド・トリップ光路長の $1/2$ である場合、奇数チャネルからの光は同じミラー上の同じ点に集束される。しかし、偶数チャネルからの光は、奇数チャネルと異なる点に集束される。

例えば、図17は、ミラー254上の異なる点に集束された異なるチャネルを示す図である。図17に示すように、偶数チャネルの中心波長の波長成分は、ミラー254上の1点に集束され、奇数チャネルの中心波長の波長成分は、異なる点に集束される。その結果、VIPA240は、適切に波長分割多重光の全てのチャネルにおいて同時に色分散を補償するために用いる事ができる。

VIPAによって加えられる分散の値を変えるための方法はいくつかある。例えば、図18は、本発明の一実施例に係わる、光に可変分散を与えるためにVIPAを用いる装置の側面図である。図18に示すように、VIPA240は、各干渉次数に異なる角分散を与える。従って、異なる干渉次数に対応する光がミラー254上に集束されて、VIPA240に反射されて戻るように、VIPA2

40を回転もしくは移動させる事により、光信号に加えられる分散の量を変化させる事ができる。

図19は、本発明の別の実施例に係わる、可変分散を与えるためにVIPAを用いる装置の側面図である。図19に示すように、集束レンズ252とミラー254の間の相対距離は一定に維持され、

集束レンズ252とミラー254は、VIPA240に対して一緒に移動する。この集束レンズ252とミラー254の移動により、ミラー254からVIPA240へ戻る光のシフトを変化させ、それにより、分散を変化させる事ができる。

図20(A)及び20(B)は、本発明のさらなる実施例に係わる、光にさまざまな他の色分散を与えるためにVIPAを用いる装置の側面図である。図20(A)及び20(B)が、ビームウェスト262の虚像260によって放出される光の長い波長264、中心波長266及び短い波長264の伝播方向を示す点において、図20(A)及び20(B)は、図14に似ている。

図20(A)に示すように、ミラー254は凸面鏡である。凸面鏡を用いて、ビームシフトは拡大される。短いレンズ焦点距離及び小さなスペースで大きな色分散を得る事ができる。ミラー254が凹である場合、図20(A)に示すように、一般的に凸型は側面からしか見る事ができず、正面から見た場合はわからない。

図20(B)に示すように、ミラー254は凹面鏡である。凹面鏡を用いて、分散の符号は逆転される。従って、短いレンズ焦点距離及び小さなスペースで異常分散を得る事ができる。ミラー254が凹である場合、図20(B)に示すように、一般的に凹型は側面からしか見る事ができず、正面から見た場合はわからない。

正面から見た場合、ミラー254は、凸でも凹でもよい。従って、ミラーは、「1次元」ミラーであるという事になる。

図20(A)及び20(B)において、ミラー254は、集束レンズ252の焦点もしくは焦点付近に位置する。

図21は、本発明のさらなる実施例に係わる、光に可変分散を与えるためにVIPAを用いる装置の側面図である。図21に示すように、集束レンズ252及びミラー254は、再帰反射器282に置き換えられている。再帰反射器282は2つもしくは3つの反射面を持ち、入射光を伝播方向と、反対の方向に反射することが望ましい。再帰反射器282の使用により、VIPA-再帰反射器の配列は、異常分散を与える。さらに、再帰反射器282は、VIPA240に対して動く事ができ、分散の量を変化させる。

図22は、本発明の一実施例に係わる、サーキュレーターと組み合わせた、図13の装置の平面図である。図22に示すように、サーキュレーター284は、入力ファイバー286から入力光を受光し、入力光をコリメーティング・レンズ248に供給する。ミラー254により反射され、VIPA240を介して戻った出力光は、サーキュレーター284により受光され、出力ファイバー288に供給される。図22において、集束レンズ252は、「通常」集束レンズである。ここで、通常集束レンズは、集束レンズの上面及び側面からみて、光を集束する集束レンズをいう。

図23は、本発明の別の実施例に係わる、光に分散を加えるためにVIPAを用いる装置の平面図である。図23に示すように、円柱レンズ290はVIPA240からミラー254へ出力された光を集束する。(図23に示すように)正面からみて、ミラー254は少し傾斜している。入力ファイバー292が、入力光をコリメーティング・レンズ248に供給し、出力ファイバー294は、ミラー254により反射され、VIPA240を介して戻る光を受光

する。従って、円柱レンズ290及びミラー254を用いることにより、(図22に示すサーキュレーター284のような)サーキュレーターを使う必要がなくなる。

上述の本発明の実施例に係わるVIPAは、回折格子よりずっと大きな角分散を与える。従って、ここに述べたVIPAは、図6(A)及び図6(B)に示す空間格子対配列よりも、ずっと大きな色分散を補償する事ができる。

上述の本発明の実施例において、ミラーは光をVIPA240へ反射して戻す

ために用いられる。このため、ミラーは光をVIPA24へ戻す「光返送装置」という。しかし、本発明はミラーの使用を光返送装置としてもちいることに限定するものではない。例えば、(ミラーの代わりに)プリズムを、光をVIPA240へ戻す光返送装置として用いる事が可能である。さらに、ミラー及び/もしくはプリズムもしくはレンズのさまざまな組み合わせの装置が、光をVIPAへ戻す光返送装置として用いる事が可能である。

上述の本発明の実施例において、VIPAは光を反射する反射ファイルムを持つ。例えば、図8は、光を反射する、反射ファイルム122及び124を持つVIPA76を示す。しかし、VIPAについて、反射面を与えるために「ファイルム」を使用することに限定するものではない。代わりに、VIPAは、ただ、適切な反射面をもつ必要があるだけであり、これらの反射面は、「ファイルム」によって形成されてもよいし、また形成されなくてもよい。

さらに、上述の本発明の実施例において、VIPAは、多重反射がその内部で起こる、透過性のガラスプレートを提供する。例えば、

図8は反射面をその上に持つ透過性のガラスプレート120を持つVIPA76を示す。しかし、VIPAについて、反射面を隔てるために、ガラス部材もしくはあらゆる対応の「プレート」の使用に限定するものではない。代わりに、ある種のスペーサーによって反射面は互いに隔たって維持される必要があるだけである。例えば、VIPAの反射面は、その間にガラスプレートを持たないで、「空気」によって隔てられる事も可能である。従って、反射面は、例えば、光学ガラスもしくは空気のような、透過性の材質によって隔てられていると述べる事が可能である。

上述したように、VIPAの動作は、VIPAの反射面間の図材の厚さと屈折率に敏感である。さらに、VIPAの操作波長は、VIPAの温度をコントロールする事によって、微調整可能である。

さらに具体的に、図24は、本発明の一実施例に係わる、VIPAの温度を制御するための制御装置を示す。図24に示すように、VIPA300は出力光302を生成する。温度センサー304はVIPA300の温度を検出する。検出

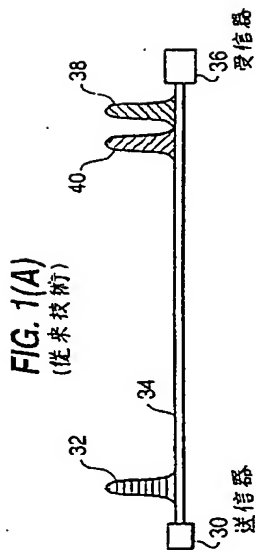
された温度に基づき、制御装置304は、VIPA300の動作波長を調節するためにVIPA300の温度を制御する、加熱/冷却部308を制御する。

例えば、VIPAの温度の上昇及び低下は、出力光302の出力角度を若干変化させる。さらに、入力光の特定の波長に対応する出力光は、VIPA300から正確な出力角度で出力されなければならない。従って、出力光302が正確な角度で正確に出力され、安定するように、制御装置306は、VIPA300の温度を調節する。

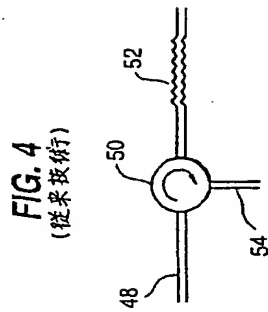
上述の本発明の実施例によると、装置は、VIPAを色分散を補償するために用いる。この目的のため、本発明の実施例は特定のVIPAの構成に限定されるものではない。代わりに、ここに述べた、もしくは参照としてここに添付した米国出願番号08/685,362において開示した、どのVIPAの構成も、色分散を補償するための装置で用いる事が可能である。例えば、VIPAは、照射窓を持つてもよいし、持たなくてもよい。また、VIPAのさまざまな面の反射率は、いかなる特定の例に限定するものではない。

いくつかの本発明の実施例が示され、説明されたが、当業者よれば、発明の原理及び精神、請求項に記述される範囲およびその均等物から離れる事なく、これら実施例に変更を加える事は可能であると理解されるであろう。

【図1】



【図4】



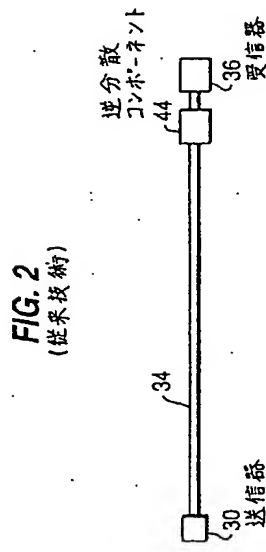
**FIG. 1(B)**



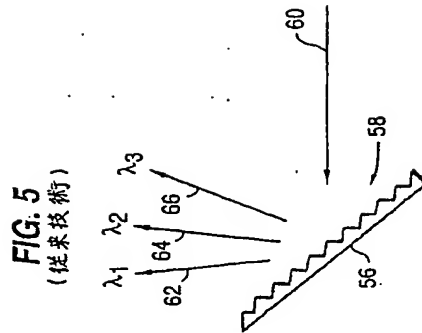
**FIG. 1(C)**



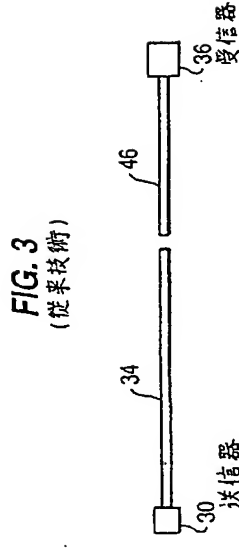
【図2】



【図5】



【図3】



【図6】

(39)

特表2000-511655

FIG. 6(A)  
(光学技術)

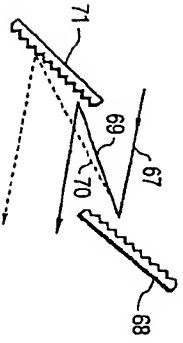
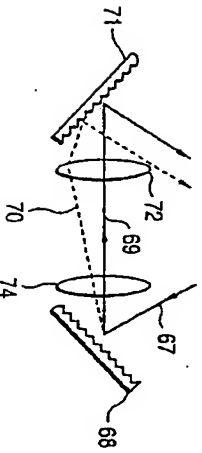


FIG. 6(B)  
(光学技術)

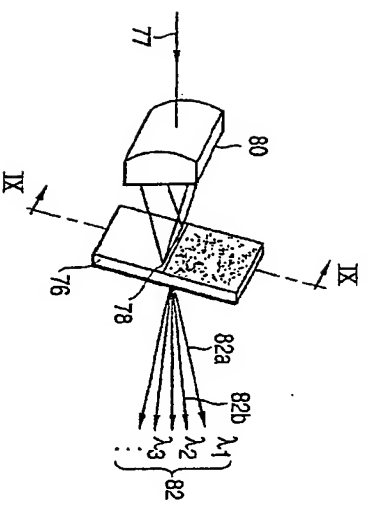


【図7】

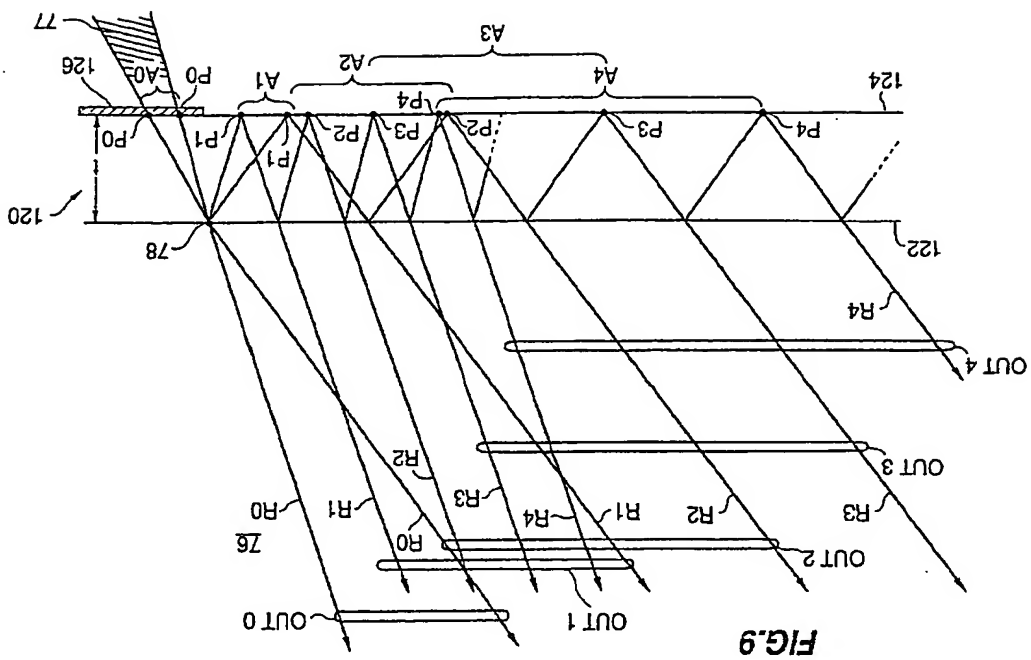
(40)

特表2000-511655

FIG. 7



【図9】



【図8】

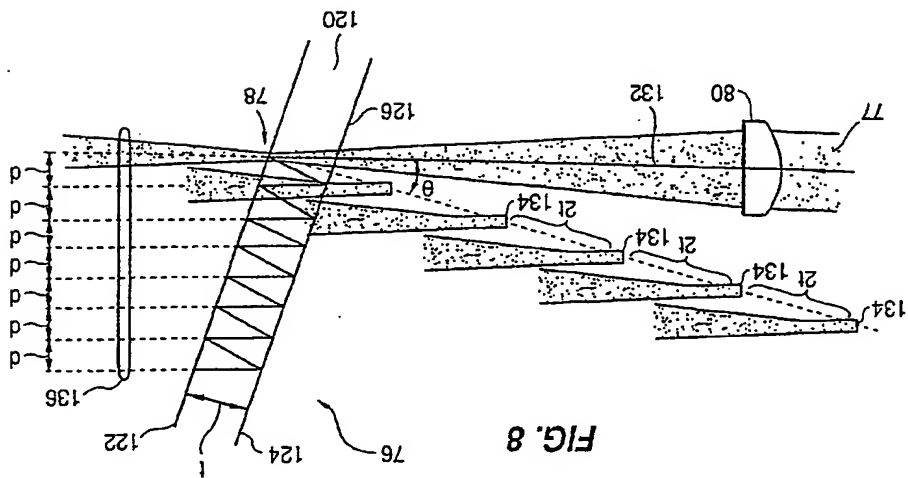
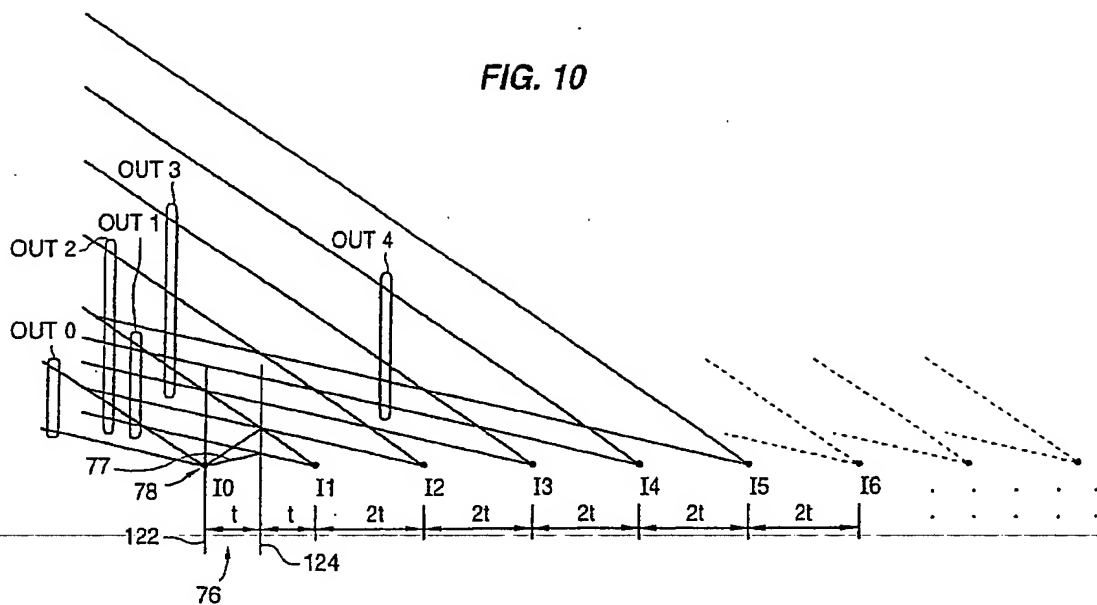
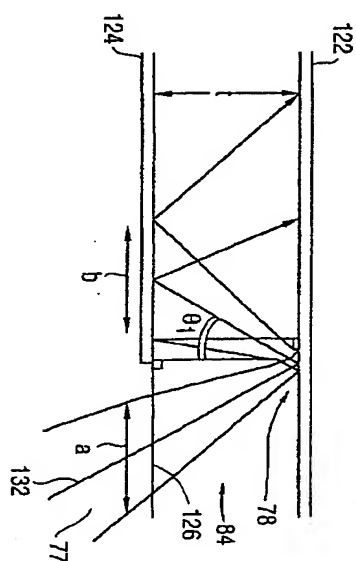


FIG. 10

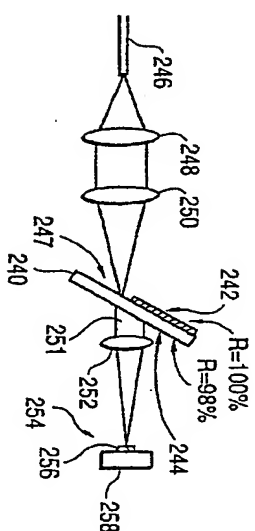


**FIG. 11**



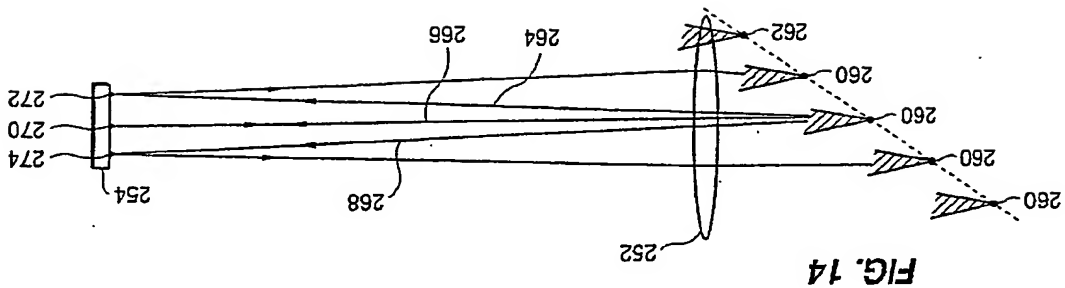
【图 13】

FIG. 13

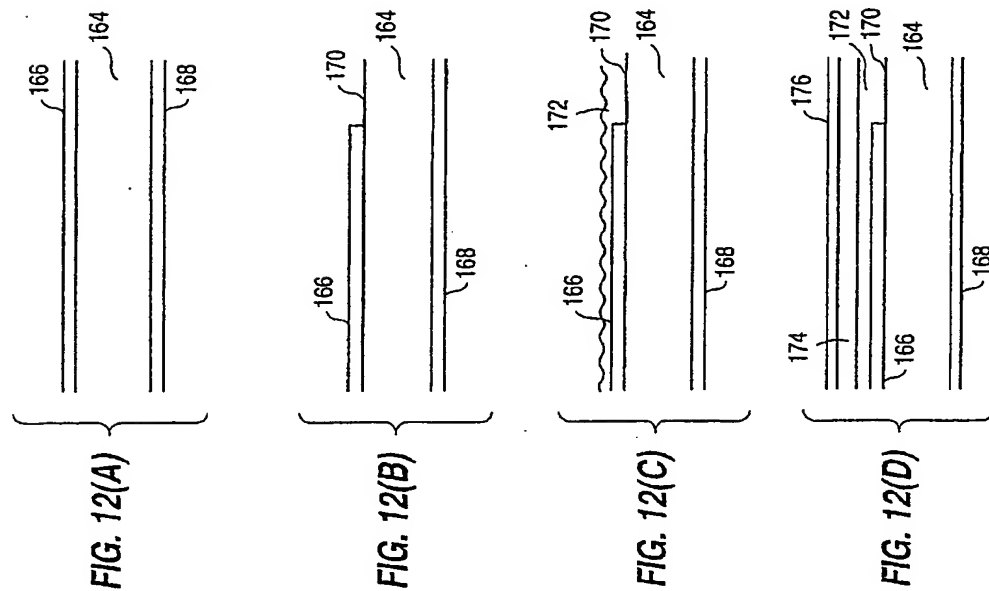




【図14】

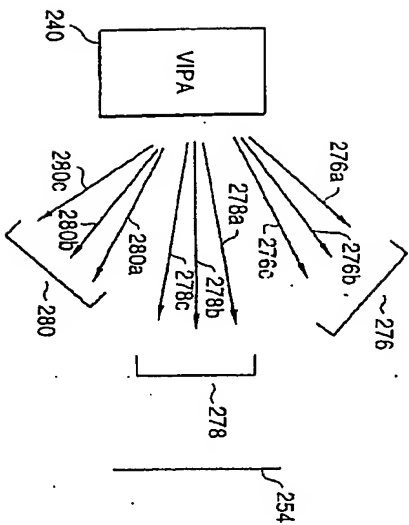


【図12】



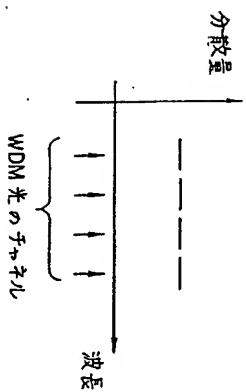
【図15】

FIG. 15



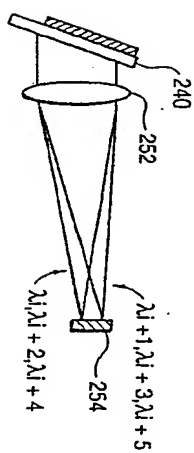
【図16】

FIG. 16



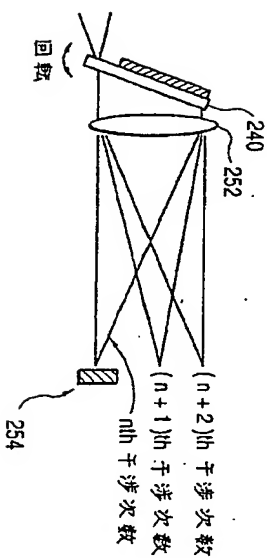
【図17】

FIG. 17



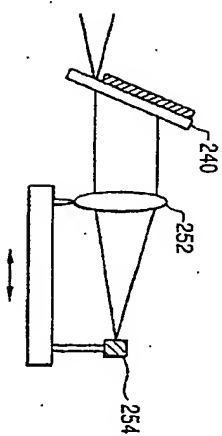
【図18】

FIG. 18



【図19】

FIG. 19



【図20】

FIG. 20(A)

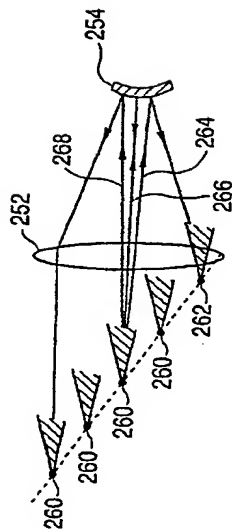
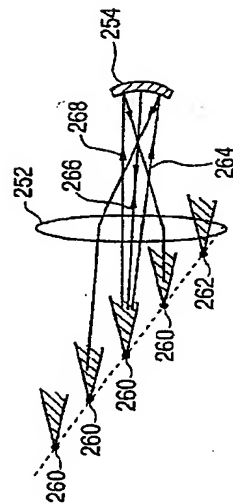
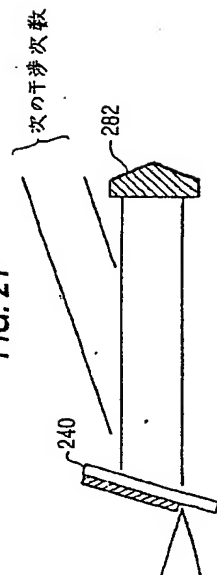


FIG. 20(B)



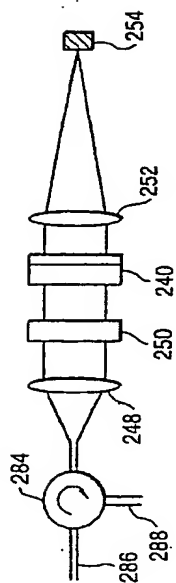
【図21】

FIG. 21



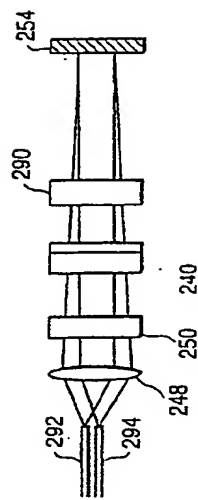
【図22】

FIG. 22



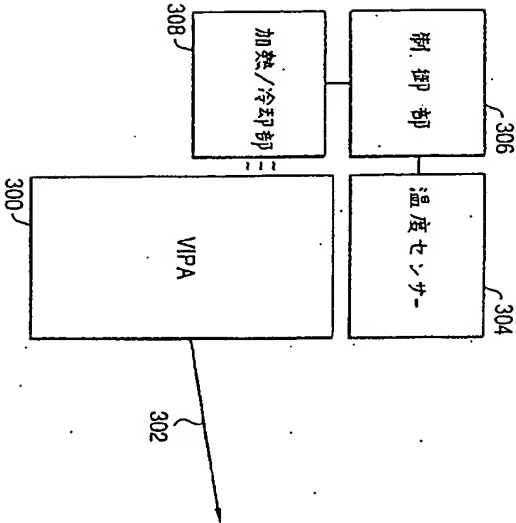
【図23】

FIG. 23



【図24】

FIG. 24



【手続補正書】特許法第184条の4第4項  
【提出日】平成10年8月18日(1998. 8. 18)  
【補正内容】

請求の範囲

1. 各波長の入力光を受光して、パーチャル・イメージ・フェーズ・アレイ (VIPA) 作成装置から伝播し、前記入力光の波長に従って空間的に判別可能な、対応する出力光を生成する前記VIPA生成装置と、  
前記VIPA生成装置へ前記出力光を戻す光返送装置とを備えることを特徴とする装置。
2. 前記光返送装置は、  
ミラーと、  
前記ミラーが前記出力光を反射するように、前記ミラー上に前記出力光を集束するレンズを備え、  
前記反射された光は、前記レンズにより前記VIPA生成装置へ戻るように方向づけられることを特徴とする請求項1に記載の装置。
3. 前記入力光は、各波長であり、  
前記VIPA生成装置は、前記入力光の前記波長で、各々異なる干渉次数を持つ複数の出力光を生成し、  
前記光返送装置は、前記VIPA生成装置へ各干渉次数を持つ出力光を戻し、  
前記VIPA生成装置へ他の干渉次数を持つ出力光は戻さないことを特徴とする請求項1に記載の装置。
4. 光を受光し、光を出力するための通過領域を持つ角分散コンポーネントと  
多重反射を前記角分散コンポーネント内で生じ、その後、前記角分散コンポーネントから前記通過領域を介して出力されるように、前  
記角分散コンポーネントへ前記出力光を戻す光返送装置を備え、前記角分散コンポーネントは、前記通過領域を介して、連続する波長領域内で各々波長を持つ前記入力光を受光し、前記連続する波長領域内の他の波長を持つ入力光について形

成された出力光と空間的に判別可能な、前記角分散コンポーネントから伝播する前記出力光を形成する自己干渉を、前記入力光の多重反射により生じさせることを特徴とする装置。

5. 前記戻された出力光は、前記出力光が前記角分散コンポーネントから前記光返送装置へ伝播した方向と正確に反対の方向に、前記光返送装置から前記角分散コンポーネントへ、伝播することを特徴とする請求項4に記載の装置。

6. 前記光返送装置は、

ミラーと、

前記角分散コンポーネントによって形成された前記出力光を、前記ミラー上に集束するレンズを備え、

前記ミラーは、前記集束された出力光を前記レンズへ反射して戻し、前記レンズは、前記角分散コンポーネントで多重反射を受けるように、前記角分散コンポーネントへ戻る前記反射された出力光をコリメートすることを特徴とする請求項4に記載の装置。

7. 前記角分散コンポーネントは、前記連続する波長領域内の他の波長で、かつ各々異なる干渉次数を持つ複数の出力光を形成する自己干渉を、前記入力光の多重反射により生じさせ、

前記光返送装置は出力光のうち1つを前記角分散コンポーネントに返送し、他の出力光は前記角分散コンポーネントに返送しないこ

とを特徴とする請求項4に記載の装置。

8. 前記光返送装置は、

ミラーと、

前記ミラーが前記出力光の前記1つを前記レンズに反射して戻すように、前記出力光の前記1つを前記ミラー上に集束し、他の出力光を前記ミラー上に集束しないレンズとを備え、前記レンズは、前記角分散コンポーネントで多重反射を受けるように、前記角分散コンポーネントへ戻る前記反射された前記出力光の前記1つをコリメートすることを特徴とする請求項7に記載の装置。

9. 前記ミラーのディメンジョンにより、前記ミラーが前記出力光の前記1つ

を反射させ、他の出力光を反射させないようにさせることを特徴とする請求項8に記載の装置。

10. 前記入力光は、複数のチャネルを含み、各チャネルは中心波長及び中心波長付近に波長領域を持つ、波長分割多重光 (WDM) であり、

各チャネルの各波長について、前記角分散コンポーネントは、同じチャネル内の他の波長について形成された出力光と空間的に判別可能な出力光を形成する自己干渉を、多重反射により生じさせ、

前記戻された出力光が前記角分散コンポーネントで多重反射を受けるように、前記光返送装置は前記出力光を前記角分散コンポーネントに戻すことを特徴とする請求項4に記載の装置。

11. 前記光返送装置は、

ミラーと、

各チャネルの前記中心波長について形成された前記出力光が、前

記ミラー上の同じ点に集束されるように、前記角分散コンポーネントにより形成された前記出力光を集束するレンズとを備え、

前記ミラーは、前記出力光を前記レンズに戻るように反射し、前記レンズは、前記反射された出力光が、前記角分散コンポーネントで多重反射を受けるように、前記角分散コンポーネントへ戻る前記反射された出力光をコリメートすることを特徴とする請求項10に記載の装置。

12. 各チャネルの前記中心波長について形成された前記出力光は、前記角分散コンポーネントから同じ分散角度で伝播することを特徴とする請求項10に記載の装置。

13. 前記角分散コンポーネントは、前記入力光の前記波長で、かつ各々異なる干渉次数を持つ複数の出力光を形成する自己干渉を、前記入力光の多重反射により生じさせ、

前記角分散コンポーネント及び前記光返送装置からなるグループの少なくとも1つは、前記光返送装置によって前記角分散コンポーネントへ戻される前記出力光を変化させるために移動可能であり、それにより、異なる干渉次数を持つ出力

光を前記角分散コンポーネントへ戻すことを特徴とする請求項4に記載の装置。

14. 前記光返送装置は、前記角分散コンポーネントに対して移動可能であり、これにより前記入力光に与えられる色分散の量を変化させることを特徴とする請求項4に記載の装置。

15. 前記レンズは、2次元の通常レンズ及び1次元レンズからなるグループの1つである事の特徴とする請求項6に記載の装置。

16. 前記レンズは、円柱レンズである事の特徴とする請求項6

に記載の装置。

17. 前記ミラーは、前記ミラーの側面からみた場合、凸面鏡および凹面鏡からなるグループの1つである事の特徴とする請求項6に記載の装置。

18. 前記ミラーは、平面鏡、凸面鏡及び凹面鏡からなるグループの1つである事の特徴とする請求項6に記載の装置。

19. 第一及び第二の光ファイバーと、

前記角分散コンポーネントが、前記入力光の多重反射により前記自己干渉を起こすように、前記第一の光ファイバーから前記角分散コンポーネントへ、前入力光を供給し、

前記角分散コンポーネントで多重反射を受けた後、前記角分散コンポーネントから前記第二の光ファイバーへ、前記戻された出力光を供給するサークキュレーをさらに備える事の特徴とする請求項4に記載の装置。

20. 前記光返送装置は、再帰反射器であることを特徴とする請求項4に記載の装置。

21. 前記角分散コンポーネントは、前記入力光の前記波長で、かつ各々異なる干渉次数を持つ複数の出力光を形成する自己干渉を、前記入力光の多重反射により生じさせ、

前記光返送装置は、1つの干渉次数のみを反射する再帰反射器である事の特徴とする請求項4に記載の装置。

22. 前記再帰反射器は、前記入力光に与えられる色分散の量を変化させるために、前記角分散コンポーネントに対して移動可能である事の特徴とする請求項

20に記載の装置。

23. 前記角分散コンポーネントは、

互いに距離だけ隔てて位置し、第二の反射面は、その上で反射した光の一部を透過させる事ができるような反射率を持つ、第一及び前記第二の反射面と、

前記第一及び第二の反射面の間、前記距離にわたり、かつ、屈折率を持つ透過性部材を備え、

前記WDM光が前記第二の反射面を反射する毎に、前記WDM光の一部が前記第二の反射面を透過するように、前記WDM光は、前記第一及び第二の反射面の間で多重反射を受け、前記WDM光の前記一部は互いに干渉し、それにより、前記入力光の多重反射及び自己干渉を介して前記出力光を生成し、

$2 \cos \theta$ と前記透過性部材の前記屈折率の積は、同じ $\theta$ 及び異なる整数について、各チャネルの前記中心波長の整数倍であり、ここで、 $\theta$ は各チャネルの前記中心波長について形成された前記出力光の伝播方向を示す事の特徴とする請求項10に記載の装置。

24. 前記角分散コンポーネントが前記入力光の多重反射により、前記自己干渉を生じるように、前記通過領域を介して前記角分散コンポーネント内に前記入力光を線集束するレンズを、さらに備える事の特徴とする請求項23に記載の装置。

25. 前記角分散コンポーネントの前記通過領域は、前記第一の反射面と同じ平面内に位置する照射窓である事の特徴とする請求項23に記載の装置。

26. 前記出力光は、前記角分散コンポーネントから、前記角分散コンポーネントの温度が変化するに従って変化する角度で出力され、

前記装置はさらに、  
前記出力角度を安定にするために、前記角分散コンポーネントの温度を制御する制御装置を備える事の特徴とする請求項4に記載の装置。

27. 前記角分散コンポーネントは、

透過性部材と、

前記透過性部材の対する両面上の第一及び第二の反射面とを備え、

前記第二の反射面は、その上で反射した光の一部を透過させる事ができるような反射率を持ち、前記入力光は、前記透過領域を介して前記角分散コンポーネントにより受光され、前記入力光が前記第二の反射面で反射する毎に、前記入力光の一部が前記第二の反射面を透過するように、前記入力光は、前記第一及び第二の反射面の間で多重反射を受け、前記入力光の前記第一及び第二の反射面に干渉し、それにより、前記入力光の多重反射及び自己干渉を介して前記出力光を生成することを特徴とする請求項4に記載の装置。

28. 前記角分散コンポーネントの前記第一の反射面の前記反射率は、約100%である事を特徴とする請求項27に記載の装置。

29. 前記角分散コンポーネントの前記第二の反射面の前記反射率は、80%より大きく100%より小さい事を特徴とする請求項27に記載の装置。

30. 前記透過性部材は、前記第一及び第二の反射面の間で波長分割多重マッティング自由スベクトラル領域の厚さを持つ事を特徴とする請求項27に記載の装置。

31. パーチャル・イメージ・フェーズ・アレイ(VIPA)生成装置は、光を透過させるための窓と、透過性部材と、

互いに前記透過性部材によって隔たった、第一及び第二の反射面と、

前記第一及び第二の反射面の間で多重反射を受けるように、前記出力光を前記VIPA生成装置の前記第二の反射面へ戻し、それを透過させる光返送装置とを備え、

前記第二の反射面は、その上で反射した光の一部を透過させる事ができるような反射率を持ち、入力光は、前記透過領域を介して受光され、複数の光が前記第二の反射面を透過するように、前記VIPA生成装置の前記第一及び第二の反射面の間で複数回反射され、前記複数の光は互いに干渉し、それにより、前記入力光の多重反射及び自己干渉を介してコリメートされた前記出力光を生成し、前記

出力光は、前記VIPA生成装置から伝播し、前記入力光の波長に従って空間的に判別可能であることを特徴とする装置。

32. 前記戻された出力光は、前記入力光の全ての波長について、前記出力光が前記VIPA生成装置から前記光返送装置へ伝播した方向に対し正確に反対の方向に、前記光返送装置から前記VIPA生成装置へ伝播する事を特徴とする請求項31に記載の装置。

33. 前記VIPA生成装置の前記第一及び第二の反射面は、互いに平行である事を特徴とする請求項31に記載の装置。

34. 前記VIPA生成装置の前記第一の反射面の前記反射率は

、約100%である事を特徴とする請求項31に記載の装置。

35. 前記VIPA生成装置の前記第二の反射面の前記反射率は、80%より大きく100%より小さい事を特徴とする請求項31に記載の装置。

36. 前記窓は前記第一の反射面と同じ平面内にある事を特徴とする請求項31に記載の装置。

37. 前記入力光は、前記窓を介して、前記透過性部材に入る前に前記入力光が前記第一の反射面によって反射されないような角度で、かつ、前記入力光が、前記第一及び第二の反射面の間で反射されて、前記コリメートされた出力光を生成する一方で、前記窓から漏れ出ないような角度で、受光される事を特徴とする請求項31に記載の装置。

38. 前記光返送装置は、ミラーと、

前記VIPA生成装置によって生成された前記出力光を前記ミラー上に集束するレンズとを備え、

前記ミラーは、前記出力光を前記レンズに戻るように反射し、前記レンズは、コリメートされた反射された出力光が、前記第一及び第二の反射面の間で多重反射を受け、その後前記窓を介して出力されるように、前記VIPA生成装置へ戻る前記反射された出力光をコリメートすることを特徴とする請求項31に記載の装置。

39. 前記VIPA生成装置の前記第一及び第二の反射面の間の前記受光された入力光の多重反射は、前記入力光の波長で、かつ各々異なる干渉次数を持つ複数のコリメートされた出力光を前記VI

PA生成装置によって生成し、

前記光返送装置は、前記出力光の1つを前記VIPA生成装置へ戻し、他の出力光を前記VIPA生成装置へ戻さない事の特徴とする請求項31に記載の装置。

40. 前記光返送装置は、

ミラーと、

前記ミラーは、前記出力光の前記1つを前記レンズに戻るように反射し、前記レンズは、前記VIPA生成装置へ戻るコリメートされた反射された前記出力光の前記1つが、前記VIPA生成装置で多重反射を受け、その後、前記窓を介して出力されるように、前記出力光の前記1つを前記ミラー上に集束し、他の出力光を前記ミラー上に集束しないレンズを備えることを特徴とする請求項39に記載の装置。

41. 前記ミラーのデモンジョンは、前記ミラーに前記出力光の前記1つを反射し、前記他の出力光は反射しない事を可能にする事の特徴とする請求項40に記載の装置。

42. 前記入力光は、複数のチャネルを含み、各チャネルは中心波長及び中心波長付近に波長領域を持つ、波長分割多重光(WDM)であり、

各チャネルの各波長について、前記VIPA生成装置の前記第一及び第二の反射面は、前記入力光の多重反射及び自己干渉を介して対応するコリメートされた出力光を生成するように互いに干渉する、対応する複数の光を前記第二の反射面を介して送出し、前記チャネルの各波長についての前記出力光は、前記チャネルの他の波長に

ついて形成された出力光と空間的に判別可能であり、

前記戻された出力光が前記VIPA生成装置の前記第一及び第二の反射面の間

で多重反射を受け、その後、前記窓を介して出力されるように、前記光返送装置は前記出力光を前記VIPA生成装置に戻すことを特徴とする請求項31に記載の装置。

43. 前記光返送装置は、

ミラーと、

各チャネルの前記中心波長について形成された前記出力光が、前記ミラー上で同じ点に集束されるように、前記VIPA生成装置によって生成された前記出力光を前記ミラー上に集束するレンズとを備え、

前記ミラーは、前記出力光を前記レンズに戻るように反射し、前記レンズは、前記反射された出力光が前記VIPA生成装置の第一及び第二の反射面の間で多重反射を受け、その後、前記窓を介して出力されるように、前記VIPA生成装置へ戻る前記反射された出力光をコリメートすることを特徴とする請求項42に記載の装置。

44. 各チャネルの前記中心波長について形成された前記出力光が、前記VIPA生成装置から同じ分散角度で伝播する事の特徴とする請求項42に記載の装置。

45. 前記戻された出力光は、前記入力光の全ての波長について、前記出力光が前記VIPA生成装置から前記光返送装置へ伝播した方向に対し正確に反対の方向に、前記光返送装置から前記VIPAへ伝播する事の特徴とする請求項42に記載の装置。

46. 前記VIPA生成装置の前記第一及び第二の反射面の間の

前記受光された入力光の多重反射は、前記入力光の波長で、かつ各々異なる干渉次数を持つ複数のコリメートされた出力光を前記VIPA生成装置によって生成し、

前記VIPA生成装置及び前記光返送装置からなるグループの少なくとも一つは、前記光返送装置によって前記VIPA生成装置へ戻る前記出力光を変化させるために、動く事ができ、これにより、異なる干渉次数を持つ出力光を前記VIPA生成装置へ戻す事の特徴とする請求項31に記載の装置。



47. 前記入力光に与えられる色分散の量を変化させるために、前記光返送装置は、前記VIP A生成装置に対して動く事ができることを特徴とする請求項31に記載の装置。

48. 前記レンズは、2次元の通常レンズ及び1次元レンズからなるグループの1つであることを特徴とする請求項38に記載の装置。

49. 前記レンズは、円柱レンズであることを特徴とする請求項38に記載の装置。

50. 前記ミラーは、前記ミラーの側面からみた場合、凸面鏡および凹面鏡からなるグループの1つであることを特徴とする請求項38に記載の装置。

51. 前記ミラーは、平面鏡、凸面鏡及び凹面鏡からなるグループの1つであることを特徴とする請求項38に記載の装置。

52. 第一及び第二の光ファイバと、

前記第一の光ファイバから前記VIP A生成装置へ、前記窓を介して前記入力光を供給し、前記VIP A生成装置で多重反射を受けた後、前記VIP A生成装置から前記第二の光ファイバへ、前

記戻された出力光を供給するサークキュレーターをさらに備える事を特徴とする請求項31に記載の装置。

53. 前記光返送装置は、再帰反射器であることを特徴とする請求項31に記載の装置。

54. 前記VIP A生成装置の前記第一及び第二の反射面の間の前記受光された入力光の多重反射は、前記入力光の波長で、かつ各々異なる干渉次数を持つ複数のコリメートされた出力光を前記VIP A生成装置によって生成し、

前記光返送装置は、1つの干渉次数のみを反射する再帰反射器であることを特徴とする請求項31に記載の装置。

55. 前記入力光に与えられる色分散の量を変化させるために、前記再帰反射器は、前記VIP A生成装置に対して動く事ができることを特徴とする請求項53に記載の装置。

56. 前記第一及び第二の反射面は、距離 $t$ により互いに隔たっており、

前記透過性部材は屈折率を持ち、

$2 \cos \theta$ と前記透過性部材の前記屈折率の積は、同じ $\theta$ 及び異なる整数について、各チャネルの前記中心波長の整数倍であり、ここで、 $\theta$ は、各チャネルの前記中心波長について、前記VIP A生成装置により形成された前記出力光の伝播方向を示す事を特徴とする請求項42に記載の装置。

57. 前記VIP A生成装置に、前記窓を介して前記入力光を集束するレンズをさらに備える事を特徴とする請求項56に記載の装置。

58. 前記第一及び第二の反射面は、多層誘電干渉フィルムである事を特徴とする請求項31に記載の装置。

59. 前記透過性部材は、光学ガラス及び空気からなるグループの1つであることを特徴とする請求項31に記載の装置。

60. 前記出力光は、前記VIP A生成装置から、前記VIP A生成装置の温度変化に従って変化する角度で出力され、

前記装置は、

前記出力角度を安定にするために、前記VIP A生成装置の前記温度を制御する制御装置を更に備える事を特徴とする請求項31に記載の装置。

61. 入力光を受光し、自身から伝播する、対応する出力光を生成するパッチャル・イメージ・フェーズ・アレイ (VIP A) 生成装置と、

前記出力光を前記VIP A生成装置に戻す光返送装置を備え、

前記光返送装置は、

ミラーと、

前記ミラーが前記出力光を反射し、前記反射された出力光は、レンズによって前記VIP A生成装置に戻るよう方向づけられるように、前記ミラー上に前記出力光を集束する前記レンズを備える事を特徴とする装置。

62. 入力光を受光し、自身から伝播する、対応する出力光を生成するパッチャル・イメージ・フェーズ・アレイ (VIP A) 生成装置と、

前記出力光を前記VIP A生成装置に戻す光返送装置を備え、

前記入力光は各々の波長を有し、

前記VIPA生成装置は、前記入力光の前記波長で、かつ、各々異なる干渉次数を持つ複数の出力光を生成し、

前記光返送装置は、各干渉次数を持つ出力光を前記VIPA生成装置に戻し、他の干渉次数を持つ出力光を前記VIPA生成装置に戻さない事の特徴とする装置。

63. 第一及び第二の面を備え、

前記第二の面は、その上で反射した光の一部を透過させる事ができるような反射率を持つ、ここで、

各波長の入力光は、線に集束され、

前記線から放射する前記入力光が前記第一及び第二の面の間で複数回反射されるように、それにより、複数の光が前記第二の面を介して送出されるように、前記第一及び第二の面を配置し、前記送出された複数の光は互いに干渉して、異なる波長の入力光について生成された出力光と、空間的に判別可能な出力光を生成し、

前記出力光が前記第二の面を透過し、前記第一及び第二の面の間で多重反射を受けるように、光返送装置は前記出力光を前記第二の面へ戻す事の特徴とする装置。

64. 前記光返送装置は、ミラーである事の特徴とする請求項63に記載の装置。

65. 各波長の入力光を受光し、前記入力光の波長によって決定される方向に、生成手段から伝播する対応する出力光を生成する前記生成手段と、

前記出力光を前記生成手段に戻す手段とを備える事の特徴とする装置。

66. 各波長の入力光を受光し、線に集束する装置であって、前記装置は、互いに隔たっている第一及び第二の面と、

前記第一及び第二の面の間で複数回反射させ、それにより、異なる波長の入力光について生成された出力光と、空間的に判別可能な出力光を生成するように、前記送出された光を互いに干渉させるように前記線から前記入力光を放射させる

手段と、

前記出力光が前記第二の面を透過して、前記第一及び第二の面の間で多重反射されるように、前記出力光を前記第二の面へ戻す手段とを備える事の特徴とする装置。

67. 入力光を受光し、空間的に判別可能な出力光を生成する装置であって、前記装置は、

互いに隔たり、その間に空気を持つ第一及び第二の面を備え、前記第二の面はその上で反射した光の一部を透過させる事ができるような反射率を持ち、前記空気を介して前記第一及び第二の面の間で複数回前記入力光が反射されて、複数の光が前記第二の面を介して送出されるように、前記第一及び第二の面は位置づけられ、前記送出される複数の光は互いに干渉して出力光を生成し、

入力光は、連続する波長領域内の前記各波長を有し、連続する波長領域内の他の波長を持つ入力光について形成された出力光と、前記出力光は空間的に判別可能である事の特徴とする装置。

68. 前記第一及び第二の面は互いに平行である事の特徴とする

請求項67に記載の装置。

69. 前記第一の面の反射率は、実質的に100%である事の特徴とする請求項68に記載の装置。

70. 前記第二の面の反射率は、80%をより大きく100%より小さい事の特徴とする請求項68に記載の装置。

71. 前記入力光は、異なる波長の少なくとも2つの光からなり、前記送出される複数の光は、前記入力光の各々の光について各出力光を生成するように、互いに干渉し、各出力光は、他の出力光と空間的に判別可能である事の特徴とする請求項67に記載の装置。

72. 前記入力光は、各々異なる波長の少なくとも2つのキャリアからなる波長分割多重光であり、前記送出される複数の光は、前記入力光の各キャリアについて各出力光を生成するように、互いに干渉し、各出力光は、他の出力光と空間的に判別可能である事の特徴とする請求項67に記載の装置。

73. 各出力光は、他の出力光と異なる方向に伝播し、それにより、空間的に判別可能である事の特徴とする請求項72に記載の装置。

74. 少なくとも2つのキャリアからなる波長分割多重光を受光し、各キャリアについて空間的に判別可能な出力光を生成する装置であって、前記装置は、

互いに隔たり、その間に空気を持つ第一及び第二の面を備え、前記第二の面はその上で反射した光の一部を透過させる事ができるような反射率を持ち、前記空気を介して前記第一及び第二の面の間で複数回、前記波長分割多重光が反射されて、複数の光が前記第二の

面を介して送出されるように、前記第一及び第二の面は位置づけられ、前記送出される複数の光は互いに干渉して、前記波長分割多重光の各キャリアについて各出力光を生成し、

前記各キャリアは、連続する波長領域内の各波長であり、連続する波長領域内の他の波長を持つキャリアについて形成された出力光と、前記出力光は空間的に判別可能である事の特徴とする装置。

75. 前記第一及び第二の面は互いに平行である事の特徴とする請求項74に記載の装置。

76. 前記第一の面の反射率は、実質的に100%である事の特徴とする請求項74に記載の装置。

77. 前記第二の面の反射率は、80%をより大きく100%より小さい事の特徴とする請求項75に記載の装置。

78. 互いに隔たり、その間に空気を持つ第一及び第二の面を備え、前記第二の面はその上で反射した光の一部を透過させる事ができるような反射率を持ち、

各波長の入力光は、線に集束され、

前記空気を介して前記第一及び第二の面の間で複数回、前記線から伝播する前記入力光が反射されて、それにより、複数の光が前記第二の面を介して送出されるように、前記第一及び第二の面は位置づけられ、前記送出される複数の光は互いに干渉して、異なる波長の入力光について生成された出力光と、前記出力光は

空間的に判別可能な出力光を生成する事の特徴とする装置。

79. 前記入力光は、異なる波長の少なくとも2つの光からなり、前記装置は、前記入力光の各々の光について各出力光を生成し、

各出力光は、他の出力光と空間的に判別可能である事の特徴とする請求項78に記載の装置。

80. 各出力光は、他の各々の出力光と異なる方向に伝播し、それにより、空間的に判別可能である事の特徴とする請求項79に記載の装置。

81. 前記第一及び第二の面は互いに平行である事の特徴とする請求項78に記載の装置。

82. 前記第一の面の反射率は、実質的に100%である事の特徴とする請求項78に記載の装置。

83. 前記第二の面の反射率は、80%をより大きく100%より小さい事の特徴とする請求項78に記載の装置。

84. 互いに隔たり、その間に空気を持つ第一及び第二の面を備え、前記第二の面はその上で反射した光の一部を透過させる事ができるような反射率を持ち、

各波長の入力光は、線に集束され、

前記空気を介して前記第一及び第二の面の間で複数回、前記線から伝播する前記入力光が反射されて、それにより、複数の光が前記第二の面を介して送出されるように、前記第一及び第二の面は位置づけられ、各々の送出される光は各々の他の送出される光と干渉して、異なる波長の入力光について生成された出力光と、空間的に判別可能な出力光を生成する事の特徴とする装置。

85. 前記入力光は、異なる波長の少なくとも2つの光からなり、前記装置は、前記入力光の各々の光について各出力光を生成し、各出力光は、他の出力光と空間的に判別可能である事の特徴とする

請求項84に記載の装置。

86. 各出力光は、他の各々の出力光と異なる方向に伝播し、それにより、空

間的に判別可能である事の特徴とする請求項85に記載の装置。

87. 連続する波長領域内で各波長を持つ入力光を受光する装置であって、前記装置は、

互いに隔たつり、その間に空気を持つ第一及び第二の面と、

前記第一及び第二の面の間の前記空気を介する前記入力光の多重反射により、出力光を生成する自己干渉を生じる手段を備え、

連続する波長領域内の他の波長を持つ入力光について形成された出力光と、前記出力光は空間的に判別可能である事の特徴とする装置。

88. 各波長の入力光を受光し、線に集束する装置であって、前記装置は、互いに隔たつり、その間に空気を持つ第一及び第二の面と、前記第一及び第二の面の間で複数回反射させ、それにより、複数の光を前記第二の面を介して送出させ、かつ、異なる波長の入力光について生成された出力光と、空間的に判別可能な出力光を生成するように、前記送出された光を互いに干渉させるように前記線から伝播する前記入力光をを放射させる手段とを備える事の特徴とする装置。

## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US98/0042

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC(9) : G02B 27/00, 504, 626 US CL : 359/971, 615, 715/721 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC	
<b>B. PRIORITY CLAIMS</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : Please See Exam Sheet.	
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched (NONE)	
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) ADS Search terms: virtual, image, phase, array, dispersion, compensation	
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>	
Category*	Relevant to claim No.
A	US 3,832,030 A (GILGIB) 27 August 1974 (27/08/74), see entire document, especially column 3, lines 19-59; Figure 2. 1
A	US 4,635,547 A (HERTZBERG, ET AL) 07 April 1987 (07/04/87), see entire document, especially column 5, lines 13-62; Figure 2. 4,57,13
A	US 4,820,019 A (YOSHIDA, ET AL) 11 April 1989 (11/04/89), see entire document, Figure 1. 1, 31
A	AU 216,669 A (V. DOUDEN) 12 May 1990 (12/05/90), see entire document, especially Figures 9 & 10. 1, 31
Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family series.	
* Symbols employed in this document: "P" Document published in the form of a patent application "A" Document published in the form of a patent application, but not yet published "U" Document published in the form of a patent application, but not yet published "D" Document published in the form of a patent application, but not yet published "E" Document published in the form of a patent application, but not yet published "F" Document published in the form of a patent application, but not yet published "G" Document published in the form of a patent application, but not yet published "H" Document published in the form of a patent application, but not yet published "I" Document published in the form of a patent application, but not yet published "J" Document published in the form of a patent application, but not yet published "K" Document published in the form of a patent application, but not yet published "L" Document published in the form of a patent application, but not yet published "M" Document published in the form of a patent application, but not yet published "N" Document published in the form of a patent application, but not yet published "O" Document published in the form of a patent application, but not yet published "P" Document published in the form of a patent application, but not yet published "Q" Document published in the form of a patent application, but not yet published "R" Document published in the form of a patent application, but not yet published "S" Document published in the form of a patent application, but not yet published "T" Document published in the form of a patent application, but not yet published "U" Document published in the form of a patent application, but not yet published "V" Document published in the form of a patent application, but not yet published "W" Document published in the form of a patent application, but not yet published "X" Document published in the form of a patent application, but not yet published "Y" Document published in the form of a patent application, but not yet published "Z" Document published in the form of a patent application, but not yet published	
Date of the international search report: 09 APRIL 1998	
Date of mailing of the international search report: 19 JUN 1998	
Name and mailing address of the ISA/US Commissioner of Patents and Trademarks Box PCT Washington, D.C. 20531 Telephone No. (703) 305-3100 Facsimile No. (703) 305-3100	
Authorized officer: JOHN A. BBA Telephone No. (703) 305-4812	

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US91/00432

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5,309,456 A (HOKTON) 03 May 1994 (03/05/94), see Column 3, line 28 - Column 4, line 21; Figure 4.	1

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet)/July 1992\*

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US91/00432B. FIELDS SEARCHED  
Minimum documentation searched  
Classification System: U.S.359/114, 127, 153, 161, 571, 578, 615, 618, 629, 634, 363, 637, 639, 639, 656, 657;  
383/15, 271, 39;  
359/46, 352;  
372/25

Form PCT/ISA/210 (extra sheet)/July 1992\*





